



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tero Mäkelä

# PILOTTI-KOKOONPANO

layoutsuunnittelu moottorikokoonpanossa

Tekniikka  
2018

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tero Mäkelä
Opinnäytetyön nimi	Pilotti-kokoonpano, layoutsuunnittelu moottorikokoonpanossa
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	61 + 3 liitettä
Ohjaaja	Pekka Ketola

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Delivery Center Vaasa (DCV) Pilotti kokoonpanotehtaalle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa nykyisen layoutin ongelmakohtia, niin moottoreiden kokoonpanosolujen kuin koko tehtaan toiminnan parantamiseksi. Yhtenä osana opinnäytetyötä oli myös tehdä ja suunnitella layout vastaamaan tulevaisuuden vaatimuksia, joita uudet moottorityypit tuovat mukanaan.

Tarve olemassa olevan layoutin päivittämiselle on, koska Pilotti tehdas toimii kokoonpanopaikkana niin normaaleille tuotantomoottoreille kuin uusille moottorityypeille, jotka osaltaan aiheuttavat haasteita nykyisen layoutin toimivuudelle koon, massan, materiaalivirtojen ja desing-muutoksien muodossa.

Työ toteutettiin syventymällä nykyisen layoutin ongelmakohtiin haastatteleamalla työntekijöitä ja kartoittamalla nykyisen layoutin muuttamista rajoittavat useat tekijät. Kehitys- ja ongelmakohdat kirjattiin ylös ja ideoinnin pohjalta piirrettiin useita eri layoutvariaatioita Auto-CAD- ja Visual Components-ohjelmistoilla.

Näin eri layoutvariaatit saatiin visuaalisemmiksi, vastaamaan todellisuutta sekä saatiin tuotua esiin uusia haasteita. Työssä perehdyttiin myös layoutsuunnittelun teoriaan ja LEAN-ajatteluun, jotka omalta osaltaan toimivat pohjana layoutin suunnittelussa.

## ABSTRACT

Author	Tero Mäkelä
Title	Pilot Assembly- Layout Planning in Motor Assembly
Year	2018
Language	Finnish
Pages	61 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Pekka Ketola

---

This thesis was made for the Wärtsilä Finland Oy delivery Center Vaasa (DCV) Pilot product plant. The purpose of the thesis was to find out the problems of the current layout to improve the engine assembly cells and the whole plant. One part of the thesis was also to make and design the layout to meet the challenges of the future, which new types of engines introduce.

The need for upgrading the existing layout arose because the Pilot Product Factory works as a site for normal production engines as well as NPI motors, which contributes to the functionality of the current layout in the form of size, weight, material flows and design changes.

The work was done out by looking into the problems of the current layout by interviewing employees and finding out factors that restrict the current layout. Development and problem areas were registered, and based on that, several different layout variations were drawn with the Auto-CAD and Visual Components software, to weigh up possible improvements and problems. The thesis also focused on layout design theory and LEAN thinking, which also acted as a basis for designing the layout.

---

Keywords     Wärtsilä, layout, Pilot product plant, NPI

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LIITELUETTELO

KUVALUETTELO

1	JOHDANTO.....	10
2	WÄRTSILÄ OYJ .....	11
2.1	Wärtsilän liiketoiminta-alueet.....	11
2.2	Wärtsilän Onkilahden alueen historia Vaasassa .....	12
2.2.1	1940-luku .....	12
2.2.2	1950-luku .....	13
2.2.3	1960- ja 1970-luku .....	14
2.2.4	1980- ja 1990-luku .....	15
2.2.5	2000-luku ja nykyisyys .....	15
3	TUOTANNON LAYOUTSUUNNITTELUN PERUSTA .....	17
3.1	Mitä on layout .....	17
3.2	Layoutin tavoitteet .....	17
3.3	Funktionaalinen layout.....	18
3.4	Tuotantolinjalayout .....	19
3.5	Solulayout .....	20
4	LEAN-AJATTELU OSANA LAYOUTSUUNNITTELUA .....	21
4.1	Leanin historia .....	21
4.2	Lean.....	21
4.3	Lean layoutissa.....	22
5	PILOTTITEHDAS .....	23
5.1	Pilotin toiminta.....	24
5.2	Pilotin materiaalivirta.....	25
6	OPINNÄYTETYÖN RAJAUS JA SUUNNITTELU .....	28
7	TYÖN ALOITUS JA RAJOITTAVAT TEKIJÄT .....	29
7.1	Pohjapiirustuksen teko 3D:ksi. ....	30
7.2	Lattian kantavuuden laskettaminen.....	31

7.2.1	Kantavuuksien selvitys.....	31
7.3	Solujen muuntamista rajoittavat tekijät ja muutostarve.....	33
7.3.1	Solu .....	33
7.3.2	Nostot solussa .....	34
7.4	Tarve layoutmuutokselle.....	35
7.4.1	W31 .....	35
7.4.2	W6L46 ja W20V32LG.....	39
8	VAIHEET 1, 2 JA 3 .....	40
8.1	Vaihe 1 ja GOUP-työskentelytaso .....	40
8.1.1	GOUP-työskentelytaso.....	41
8.1.2	Vaihe 1 layoutvaihtoehdot. ....	42
8.1.3	W6L46.....	45
9	VAIHEEN 2 SUUNNITTELU.....	47
9.1	Käytävän mahdollinen leventäminen.....	48
9.1.1	Toinen puoli rivimoottoreille tai solujen kääntö.....	48
9.2	Solujen levennys .....	50
9.3	NPI-solu .....	50
10	VAIHE 2.....	51
11	VAIHE 3.....	54
11.1	Vaiheen 3 muutos .....	54
11.2	Vaihe kolme, solujen layoutit .....	55
11.3	Vaihe kolme, akseli- ja lohkokokoonpanon layout.....	57
11.4	Vaihe kolme, taukotilat.....	58
12	OMA POHDINTA .....	59
	LÄHTEET.....	61

## LIITTEET

## **KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO**

**Kuva 1.** Tiekarhu Pitkädulla 1930-luvulla.

**Kuva 2.** Kranaatin valmistusta Vaasan tehtaalla.

**Kuva 3.** Kranaattitehdas.

**Kuva 4.** I-tehtaan koneistushalli, jossa valmistettiin hammaspyöriä.

**Kuva 5.** Wärtsilä-Sultzer MH51 1957-1968.

**Kuva 6.** Vaasassa suunniteltu ja valmistettu Wärtsilä 14-moottori.

**Kuva 7.** Vaasan konepaja vuonna 1960 ennen dieselmoottorituotannon laajennuksia.

**Kuva 8.** Dieseltehtaan laajennus 1982

**Kuva 9.** Uusi W20-tehdas 1981

**Kuva 10.** 1960-luvulta nykyhetkeen.

**Kuva 11.** Funktionaalinen layout (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen.2005,477)

**Kuva 12.** Tuotantolinja-layout (Haverila ym. 2005, 476)

**Kuva 13.** Solulayout (Haverila ym.2005, 478)

**Kuva 14.** DCV:n tehdasalue.

**Kuva 15.** Pilotin layoutmuutos 3 vuotta sitten.

**Kuva 16.** Pilotin layoutrakenne.

**Kuva 17.** Moottorin asennuksen eteneminen vaiheittain.

**Kuva 18.** Pilotin materiaalivirta.

**Kuva 19.** Auto CAD& Visual Components.

**Kuva 20.** 2D-ja 3D-kuva Pilotista.

**Kuva 21.** Pilotin alla olevan varaston pinta-ala.

**Kuva 22.** STEP1 ja painon jakautuminen moottoripukeille.

**Kuva 23.** W6L46- ja LG-moottorin sijoittelu.

**Kuva 24.** Solu ja solujen välinen käytävä.

**Kuva 25.** Siltanosturin toimintatila ja V31-moottorin taakse jäävä tila.

**Kuva 26.** W31-moottorit vastakkain solussa.

**Kuva 27.** XXXX

**Kuva 28.** Uusien hyllyjen sijainti.

**Kuva 29.** Powerpack ja automaatiojigi

**Kuva 30.** W6L46 ja W20V32LG

**Kuva 31.** Solun ahtaus.

**Kuva 32.** GOUP modifiointi.

**Kuva 33.** STEP1 layoutvaihtoehdot 1 ja 2.

**Kuva 34.** 5 solun siirto.

**Kuva 35.** W31-moottorin nosto solusta 4 ja riskitekijät.

**Kuva 36.** W6L46-moottori generaattori asennuksen varapailla.

**Kuva 37.** W6L46-moottori generaattori asennuspaikalla.

**Kuva 38.** XXXX

**Kuva 39.** Rotsaus moottorin takana.

**Kuva 40.** Toinen puoli soluista vain rivimoottoreille.

**Kuva 41.** Solujen kääntö

**Kuva 42.** STEP2 layout.

**Kuva 43.** Uusi powerpack-kokoonpanosolu.

**Kuva 44.** Kampiakselin kokoonpanojigi.

**Kuva 45.** Vaihe 3 solujen layout 1.

**Kuva 46.** RD Velhon solumalli.

**Kuva 47.** Vaihe 3 solujen layout 2.

**Kuva 48.** Vaihe 3. akseli- ja lohkokokoonpanon muutos.

**Kuva 49.** Uudet taukotilat.

**Kuva 50.** Tulevaisuuden layout?



**LIITELUETTELO****LIITE 1. XXXXXXXX****LIITE 2. XXXXXXXX****LIITE 3. XXXXXXXX**

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Delivery Center Vaasa (DCV) Pilotti-tuotetehtaalte. Työn tarkoituksena on selvittää nykyisen layoutin ongelmakohdat ja rajoitukset sekä kartoittaa mahdolliset vaihtoehtot tulevaisuuden layoutia mietittäessä, ottaen huomioon niin nykyiset normaalituotannossa olevat moottorit (W 32/34) kuin uuden moottorin (W31) ja erikoismoottorit, joiden kokoonpanotehtaan Pilotti-tuotetehtas Wärtsilässä pääasiallisesti tällä hetkellä toimii.

Teoriaosassa tutustutaan tämän päivän Wärtsilään ja miten Vaasan kaupungin tehdas Järvikadulla on aikojen saatossa muovautunut alueena, kehittääkseen ja säilyttääkseen kilpailuasemansa yhtenä maailman johtavana moottoreiden valmistajana.

Osana teoriaa käsitellään eri layouttyyppien termejä, layoutsuunnittelussa huomioon otettavia asioita, kuten Lean-ajattelu ja sen vaikutus layoutsuunnitteluun. Luodaan yleissilmäys logistiikkaan ja sen vaikutuksiin tuotannossa.

Työn toteutuksessa käytettiin apuna, jo olemassa olevaa, Auto CAD-ohjelmistolla tehtyä pohjapiirustusta ja Visual Components 3D-ohjelmaa, jolla tuotantotilat myös piirrettiin visualisemman hahmotelman saamiseksi layoutista. Näitä muokkaamalla sekä varsinaisella kohdepaikalla suunnittelemalla, tuotiin esiin monia vaihtoehtoja, joiden pohjalta ideoitiin lisää ja suljettiin pois toteuttamiskelvottomia malleja layoutille.

## **2 WÄRTSILÄ OYJ**

Wärtsilä Oyj on vuonna 1835 perustettu kansainvälinen merenkulku- ja energia-alalla toimiva yritys. Suomessa sillä toimii suurin sisaryhtiö Wärtsilä Finland Oy. Wärtsilä on tänä päivänä kansainvälisesti johtava teknologian ja kokonaiselinkaariratkaisujen toimittaja merenkulku- ja energiamarkkinoilla. Keskittymällä kestäviin innovaatioihin, kokonaishyötysuhteeseen ja data-analytiikkaan on Wärtsilä pystynyt maksimoimaan alusten ja voimalaitoksien ympäristötehokkuuden. Vuonna 2017 Wärtsilän liikevaihto oli 4,9 miljardia euroa ja henkilöstömäärä maailmanlaajuisesti noin 18 000. Wärtsilä organisaationa jakautuu kolmeen liiketoiminta-alueeseen: Marine Solutions, Energy Solutions ja Service. /1/

### **2.1 Wärtsilän liiketoiminta-alueet**

Wärtsilä Marine Solutions tarjoaa meriteollisuudessa sekä öljy- että kaasuteollisuudessa toimiville asiakkailleen tehokkaita, joustavia ja taloudellisia ratkaisuja. Wärtsilä tunnetaan asiakkaiden keskuudessa perusteellisesta ymmärtämisestä, suunnitteluosaamisesta, laajasta tuotevalikoimasta ja teknologiajohtajuudesta. Liikevaihto oli 2017 vuonna 1 307 milj. euroa ja henkilöstöä 5 845. /1, 2/

Wärtsilä Energy Solutions tarjoaa monipuolisia polttomoottorikäyttöisiä voimalaitoksia, energian varastointijärjestelmiä ja laitosmittakaavan aurinkovoimaloita (PV) sekä nesteytetyn maakaasun (LNG) terminaali- ja jakelujärjestelmiä. Vuoden 2017 lopussa Wärtsilä oli toimittanut maailmanlaajuisesti voimalaitoksia 177 maahan, voimalaitosten yhteisasennettu kapasiteetti oli 65 gigawattia. Liikevaihto 2017 vuonna oli 1 401 milj. euroa ja henkilöstöä 1 038. /1, 2/

Wärtsilä Services optimoi toimitettujen järjestelmien hyötysuhdetta läpi niiden koko elinkaaren ja auttaa siten asiakkaita kasvamaan ja tehostamaan toimintaansa. Noin 11 000 ammattilaista 160 paikkakunnalla eri puolilla maailmaa käsittävä palveluverkosto on merenkulku-, energia- sekä vesivoima- ja teollisuusaloilla ylivertainen ja palvelee vuosittain yli 12 000 asiakasta. Liikevaihto vuonna 2017 oli 2 215 milj. euroa ja henkilöstöä 10 624. /1, 2/

## 2.2 Wärtsilän Onkilahden alueen historia Vaasassa

Wärtsilä Finland Oy:n taival Vaasassa alkoi vuonna 1936, sen ostaessa konkurssiin menneen Onkilahden konepajan Oy:n, joka oli perustettu vuonna 1899. Onkilahden konepaja omisti tuolloin valimon, puusepänverstaan sekä telakan. Se valmisti höyrykoneita, pannuja, vesiturbiineja sekä erilaisia tiekoneita (**Kuva 1.**). /3/



**Kuva 1.** Tiekarhu Pitkädulla 1930-luvulla.

### 2.2.1 1940-luku

1940-luvun sotavuosina myös Wärtsilä joutui sopeutumaan sodan aiheuttamiin sotatoimiin. Tämän johdosta rakennutettiin kaksi kranaattitehdasta, toinen Pietarsaareen ja toinen sijoittui Onkilahden konepajan yhteyteen. Vaasan konepajan valmistamien sotakorvaustoimitusten osuus sen laskutuksessa oli tuolloin lähes puolet (**Kuvat 2-3.**). /3/



**Kuva 2.** Kranaatin valmistusta Vaasan tehtaalla.



**Kuva 3.** Kranaattitehdas

### 2.2.2 1950-luku

1950-luvulle tultaessa toi uusi aika myös uusia tuotteita Vaasan konepajalle. Sähköasennuksissa käytettävän Plica-asennusputken valmistus aloitettiin 1950-luvun alussa. Samoihin aikoihin konepajasta päätettiin kehittää myös paperikoneissa voimansiirtolaitteena käytettävän hammaspyörästön johtava valmistaja (**Kuva 4.**). /3/



**Kuva 4.** I-tehtaan koneistushalli, jossa valmistettiin hammaspyöriä.

Wärtsilä saavutti 1950-luvulla myös paikkansa Suomen hallitsevana dieselmootto-reiden valmistajana. Aikaisemmin Turussa lisenssille valmistettavien Wärtsilä-Polar K50E-dieselmootto-reiden tuotanto siirrettiin Vaasaan vuonna 1954 ja myöhemmin vuonna 1956 paikkansa Vaasan tuotannossa otti myös Wärtsilä-Sulzer M51-dieselmootto-reiden valmistus (**Kuva 5.**). /3/



**Kuva 5.** Wärtsilä-Sulzer MH51 1957-1968

### 2.2.3 1960- ja 1970-luku

1950-luvun puolivälistä konepajan johtajana toiminut Aarno Saraste oli tyytymätön lisenssillä valmistettavien moottoreiden lukuisiin haittapuoliin. Niinpä hän ehdotti oman konstruktion kehittämistä dieseltuotannon perustaksi. Näin suunnittelutyö alkoi ja 1960-luvun loppuun mennessä konepajasta oli tullut täysin itse kehitettyjen moottoreiden valmistaja. Tästä esimerkkinä Wärtsilä Vaasa 24 TS-moottori, jonka tehoa nostettiin lähes 40 %, polttoaineen kulutuksen edelleen laskiessa.

1970-luvulle tultaessa Wärtsilä rakensi jo puolet koko maailman risteilyaluksista. Tästä huolimatta yhtiö päätti, että Vaasan suunnitteluosaston oli pystyttävä tarjoamaan markkinoille 70-luvun moottori. Näin kehitettiin Vaasa 32-moottori. /3/



**Kuva 6.** Vaasassa suunniteltu ja valmistettu Wärtsilä 14-moottori.



**Kuva 7.** Vaasan konepaja vuonna 1960 ennen dieselmootorituotannon laajennuksia.

#### 2.2.4 1980- ja 1990-luku

Wärtsilän yhä enemmän keskittyessä omiin moottorityyppeihin 1980-luvun alussa, lisenssimoottoreiden lisäksi, alettiin panostaa myös tuotantotiloihin kasvavan kysynnän vuoksi. Näin Onkilahden alueella sijaitsevaa dieseltehdasta laajennettiin ja sen osaksi rakennettiin moottorilaboratorio (**Kuva 8.**). Myös uusi W20-tehdas rakennettiin vuonna 1981 (**Kuva 9.**). /3/



**Kuva 8.** Dieseltehtaan laajennus vuonna 1982



**Kuva 9.** Uusi W20-tehdas vuonna 1981

Vuonna 1995 valtio päätti lopettaa VR:n Vaasan Konepajan ja näin myös tuo alue tuli osaksi Wärtsilän tämän hetkistä tehdasaluetta. Vanhat VR:n rakennukset toimivat tällä hetkellä ruokalana ja osa remontoitiin ja sisällytettiin uuden kokoonpanolinjan toimihenkilöiden toimistotiloina. /3/

#### 2.2.5 2000-luku ja nykyisyys

Wärtsilän tilauskannan yhä kasvaessa ennätysellisen suureksi v.2005, tehtiin isoin investointipäätös Wärtsilän historiassa. Wärtsilälle oli myönnetty lupa rakentaa 7 000 kerrosalaneliön kokoonpanohalli, logistiikkakeskus ja kaasumoottoreiden viimeistelytilat Vaasan keskustaan.



Nämä kaikki edellä luetellut tilat ja rakennukset historioineen toimivat nykypäivänäkin Wärtsilän Vaasan tehtaan tuotantotiloina. Nämä tilat on aina pystytty hyvällä layoutsuunnittelulla optimoimaan palvellakseen jatkuvasti kehittyvien ja uudistuvien moottoreiden tuotantotilana. Näin on myös tänään. Wärtsilän tuotantotilat ovat jälleen uusien haasteiden edessä W31-moottoreiden kysynnän kasvaessa ja uusien NPI-moottoreiden, kuten W46 saapuessa kokoonpanoon.



**Kuva 10.** 1960-luvulta nykyyhetkeen.



### 3 TUOTANNON LAYOUTSUUNNITTELUN PERUSTA

#### 3.1 Mitä on layout

Layout-termillä tarkoitetaan tuotannon laitteiden, koneiden, kulkureittien, valmistuspolun, varastopaikkojen ja erilaisten fyysisten osien paikkojen suunnittelua sekä sijoittelua mahdollistaen osaltaan tuotannon sujuvuuden. Layoutit jaetaan kolmeen pääryhmään: funktionaaliseen-, tuotantolinja- ja solulayoutiin. Pääryhmät käsitellään myöhemmin. /5/

#### 3.2 Layoutin tavoitteet

Yhtenä layoutin päätavoitteena on päästä eroon tuotteelle lisäarvoa tuottamattomista toiminnoista, kuten turhista materiaalien siirroista, pitkistä välimatkoista ja välivarastoista. Tavoitteena on mahdollisimman selkeä materiaalinvirta. Tätä havainnollistamaan on mahdollista käyttää visuaalisesti selkeitä materiaali- ja settilavalappuja, hyllymerkintöjä ja lattiaviivoituksia, jotka helpottavat tuotannon tehtäviä. /4,5/

Solulayoutin tavoitteena on suunnitella solu toimimaan parhaalla mahdollisella tavalla, niin sen hetkisen tuotteen kuin tulevaisuuden tarpeet huomioiden. Nykypäivänä on tärkeä myös solujen suunnittelu modulaarisiksi ja helposti muunneltaviksi. Työkalujen ja muiden tuotteen tekemisessä tarvittavien laitteiden sijoittelu tulisi olla mahdollisimman selkeä ja lähellä työpisteitä, minimoiden näin työntekijöiden turhat liikkeet. Hyvä layout lisää myös työntekijöiden turvallisuutta. /4,5/

Suurimmissa kokonaisuuksissa, kuten isojen tehtaiden solujen sijoittelussa, periaate on sama. Välimatkat pyritään pitämään mahdollisimman lyhyinä lisäten näin tuotteelle lisäarvoa. Esimerkiksi, solu1 jalostaa tuotetta tiettyyn vaiheeseen saakka, josta solu 2 jatkaa. Nämä solut tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle toisiaan hyödyntäen kaiken tilan tehokkaasti. /4,5/

Layoutsuunnittelussa on mahdollista käyttää apuvälineenä esilaisia ohjelmia. Tässä työssä apuvälineenä käytettiin Auto CAD- ja Visual Components-ohjelmia. Näiden ja muiden layoutsuunnittelussa käytettävien ohjelmien avulla voidaan visualisesti

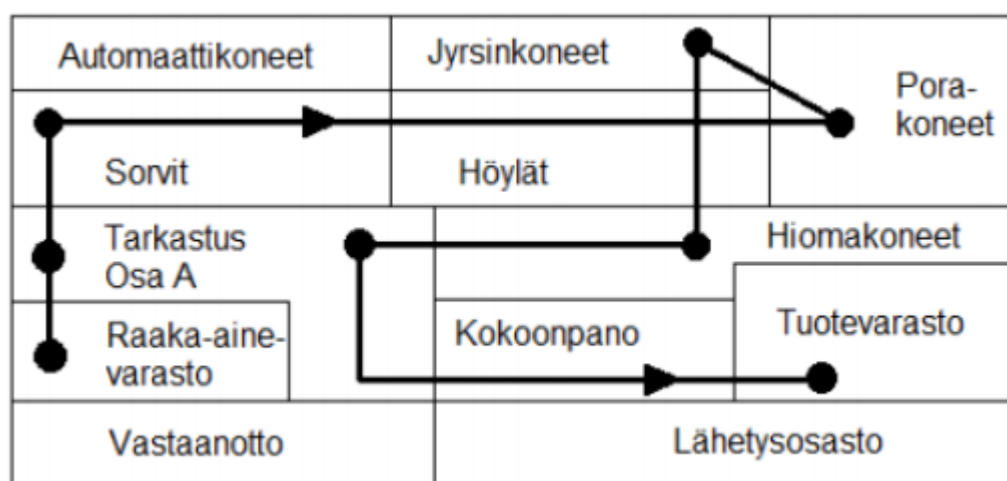
simuloida layoutin toimivuutta ja esiintuoda mahdollisia ongelmakohtia; vähentäen tuotteen läpimenoaikaa ja parantaen laatua jo ennen kuin varsinainen layoutin muuttaminen fyysisesti alkaa. /4,5/

### 3.3 Funktionaalinen layout

Funktionaalisella layoutsuunnittelulla tarkoitetaan tilannetta, jossa tuote käy läpi eri soluissa tehtävät useat työvaiheet. Näiden solujen oikealla ja loogisella sijoittelulla pyritään vähentämään tuotteen turhia siirtoja ja nostoja sekä lyhentämään läpimenoaikaa. Tämä layout soveltuu parhaiten tuotteille, joiden volyymit ovat pieniä ja vaativat paljon erilaisia työvaiheita. /4,5/

Etuina funktionaalisessa layoutissa on tuotejoustavuus eli on mahdollista valmistaa kaikkea, mikä resurssien puitteissa on mahdollista. Kapasiteetin käyttö on tehokasta ja turhien seisokkien syntyminen pystytään estämään, näin käyttöaste pystytään maksimoimaan. Yhtenä etuna voidaan myös katsoa olevan työntekijöiden ammattitaidon ja -tason nousun, koska työssä tarvittava ammattitaito kohdistuu tiettyyn ryhmään.

Funktionaalisen toimintatavan haittapuolena pidetään vaikeaa ohjattavuutta niin työlään tuotannonohjauksen, mahdollisesti monien eri työpisteiden, työpisteille syntyvien tuotejonojen kuin pitkien läpäisyajojen vuoksi (**Kuva 11.**). /4,5/



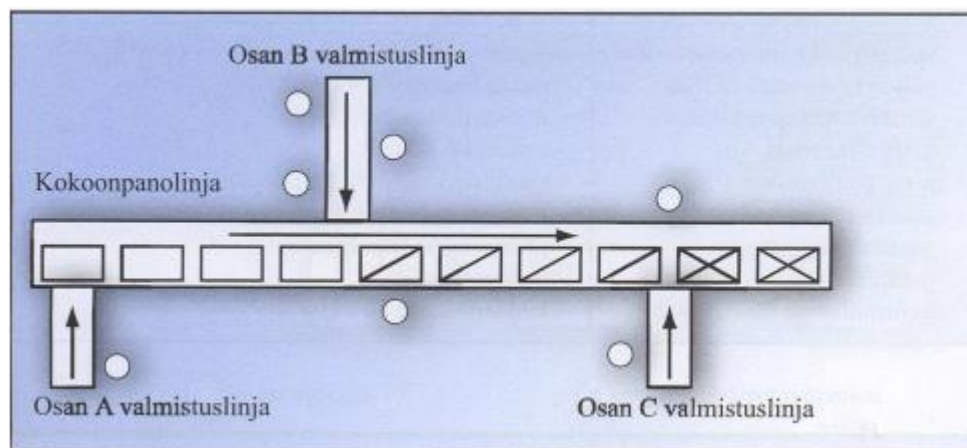
**Kuva 11.** Funktionaalinen layout (Haverila ym.2005,477)

### 3.4 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa on huomioitu valmistettavan tuotteen valmistusprosessin työjärjestys. Tämän pohjalta on suunniteltu koneiden, työkalujen ja tarvittavien materiaalien sijoittelu työn sujuvuuden kannalta parhaalla mahdollisella tavalla. Tuotantolinjalla on erikoistuttu tiettyntyyppisten tuotteiden valmistamiseen. Valmistus ja materiaalien käsittely on automatisoitua ja tehokasta. Edellytys tuotantolinjan rakentamiselle on tuotteen suuri volyymi ja korkea kuormitusaste. Tuotantolinjan rakentamiskustannukset ovat yleensä suuret, mutta suurien valmistusmäärien ansiosta tuotteen yksikköhinta muodostuu alhaiseksi. /5/

Tuotantolinjan suurimmaksi ongelmaksi muodostuu häiriöherkkyys, sillä pienikin häiriö, esim. materiaalipuute, voi vaikuttaa suuresti koko linjan tuottavuuteen. Myös laadunvalvonta on avainasemassa, sillä tuotelinja pystyy tehokkaasti tuottamaan myös virheellistä tuotetta aiheuttaen suuria kustannuksia, mikäli ongelman aiheuttajaa ei huomata ajoissa. /5/

Tuotantolinjan kapasiteetin kasvattaminen saattaa muodostua ongelmaksi, jos mahdollista linjan laajentamista ja kapasiteetin tarpeen nousua ei ole huomioitu alkupe-  
räisessä layoutissa. Tämän vuoksi tuotannon volyymien ja mahdollisten uusien tuotteiden peilaaminen tulevaisuuteen on tärkeä layoutin suunnittelussa (**Kuva 12.**). /5/



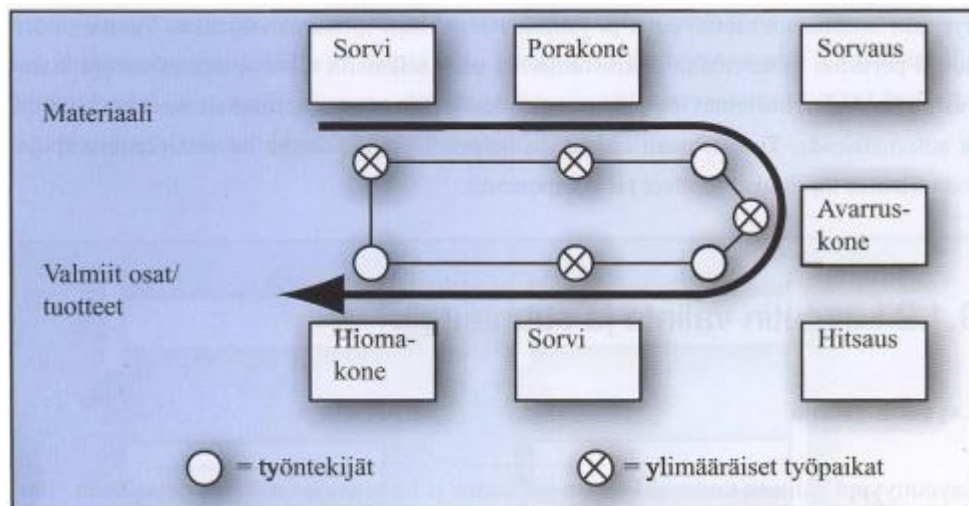
**Kuva 12.** Tuotantolinja-layout (Haverila 2005, 476)

### 3.5 Solulayout

Solulayout muodostaa eri koneista ja työpaikoista kootun ryhmän, joka on erikoistunut tietyn osan valmistamiseen tai työvaiheen suorittamiseen. Työntekijät siirtyvät solun sisällä joustavasti työtehtävästä toiseen kuormituksen tasaamiseksi. /5/

Funktionaaliseen layoutiin verrattaessa, on solulayoutin läpimenoajat huomattavasti lyhyemmät. Materiaalivirta on selkeä ja johdonmukainen. Välivarastoja ei ole ja solu valmistaa sille suunniteltuja tuotteita joustavasti. Solulayout on näin joustavampi verrattaessa muihin layouttyyppeihin (**Kuva 13.**). /5/

Laadunvalvonta on helppoa, koska valmistusvaiheet suoritetaan peräkkäin samalla alueella ja näin virheiden löytäminen ja korjaaminen on helppoa. Soluvalmistus myös lisää työntekijöiden motivaatiota ja tuottavuutta, koska solun työntekijät itse vastaavat työn suunnittelusta ja suorittamisesta. Työntekijät voivat itse vaikuttaa työnjakoon ja työtehtävien kierrättämiseen. /5/



**Kuva 13.** Solulayout (Haverila 2005, 478)

## 4 LEAN-AJATTELU OSANA LAYOUTSUUNNITTELUA

### 4.1 Leanin historia

Lean-ajattelu on alun perin Japanissa Toyota Motor Corporationin tehtaalla kehitetty toimintamalli ja johtamisfilosofia. Sen isänä pidetään Toyotan päätuotantoin-sinööri Taiichi Ohnoa (1912-1990), joka sai tehtäväkseen parantaa tehtaan toimivuutta. Taiichin tarkoituksena oli luoda ja kehittää sellaisia tapoja ja toimenpiteitä, joilla pystyttäisiin tekemään ja parantamaan tuottavuutta pienemmillä resursseilla.

Lean-konsepti on alkujaan valmistuskonsepti ja sen monet työkalut ja tekniikat on kehitetty palveluorganisaatioissa. Näistä tunnetuin on ”Kanban”, joka on johdettu supermarkettien imutavaranhjauksesta, Tähän idean Taiichi Ohno sai vierailtuaan Piggly Wigglyn Supermarketissa Memphisissä (perustettu Memphisissä 1916). Siellä asiakas sai juuri sitä mitä halusi, silloin kun halusi ja sellaisen määrän kuin halusi. Se oli täydellinen esimerkki imuohjauksesta.

Kaikki ideat Leanissa eivät siis ole japanilaisten keksimiä, vaan paljon vanhempia. Toyota, Ohno mukaan lukien, yhdisti näin monia konsepteja, jotka joku muu oli keksinyt paljon ennen heitä. /7/

### 4.2 Lean

Lean-filosofian määritelmänä voidaan pitää ajattelumallia, jonka tarkoituksen on tuoda tuotteelle lisäarvoa eliminoimalla seitsemän arvoa tuottamatonta toimintoa yrityksen sisällä. Nämä seitsemän ovat: tarpeettomat varastot, liike, kuljetukset, yli-tuotanto, yliprosessointi, odotusaika ja viallinen tuote. /6/

Tarpeettomat välivarastot sitovat turhaan pääomaa, lisäävät jonotusta sekä tuotteen läpimenoaikaa. Välivarastot aiheuttavat myös sekaannusta tuotannossa olevien ja sinne kuuluvien osien kesken. Näin aika kuluu oikeiden materiaalien etsintään aiheuttaen odottelua. Odottelua ja viivästymistä aiheuttavat myös huono työnohjaus, aiheuttaen jonoja työpisteelle, rikkiäiset koneet sekä osien ja työkalujen puuttuminen.

Turhat liikkeet ja materiaalien kuljettelu eivät myöskään tuo lisäarvoa tuotteelle vaan sitovat aikaa, joka olisi käytettävissä varsinaiseen työhön. Tämän vuoksi on tärkeää, että työpisteiden välimatkat sekä tarvittavien työkalujen ja materiaalivarastojen paikat on tarkkaan mietitty ja merkitty layoutissa.

Ylituotannolla tarkoitetaan suurempaa valmistusmäärää kuin mitä oikea tarve vaatisi. Tämä sitoo turhaan pääomaa tuotteisiin, jotka voivat olla varastoituina pitkiäkin aikoja. Ylituotannossa tuotteita kerääntyy varastoon, jolloin riskinä saattaa olla, että jokin tuotannollinen virhe jää huomaamatta, jolloin viallista tuotetta kertyy varastoon.

Tuotetta saatetaan myös yliprosessoida. Tällä tarkoitetaan tarkkaa jalostamista, joka ei kuitenkaan tuo lisäarvoa tuotteelle asiakkaan kannalta. Yliprosessointia voi esiintyä tuotannossa esimerkiksi huonojen piirustuksien muodossa. Jos ei ole annettu oikeita toleransseja tai tarkkuusstandardeja, saattaa aikaa kulua turhaan tuotteen tarkkaan valmistukseen. Tarkkuuteen, jolla ei ole asiakkaan määrittelemän laadun kannalta merkitystä.

Vialliset tuotteet aiheuttavat pääoman menetyksiä, lisäävät asiakkaan tyytymättömyyttä sekä lisäksi asiakkaiden vähenemistä. Vialliset tuotteet lisäävät myös valmistuskuormaa sekä materiaalihävikkiä työpisteille.

### **4.3 Lean layoutissa**

Koska layoutilla tarkoitetaan tuotannon fyysisen järjestelyn suunnittelua, miten koneet, laitteet, varastot jne. järjestellään tuotannossa, on se myös oleellinen osa Lean-ajattelua. Layoutissa tulee huomioida Lean-ajattelun mukainen hukan poisto ja valmistettavan tuotteen virtaustehokkuus. Tuotantoalue suunnitellaan niin, että tuote liikkuu ongelmitta eteenpäin eikä välivarastointia tarvita. Tuotteeseen tarvittavat materiaalit ovat sijoitettuna oikein minimoiden turhat liikkeet ja materiaalien siirrot. Tuotantotilan selkeys toimivien kulkualueiden kanssa luovat parhaan lopputuloksen.

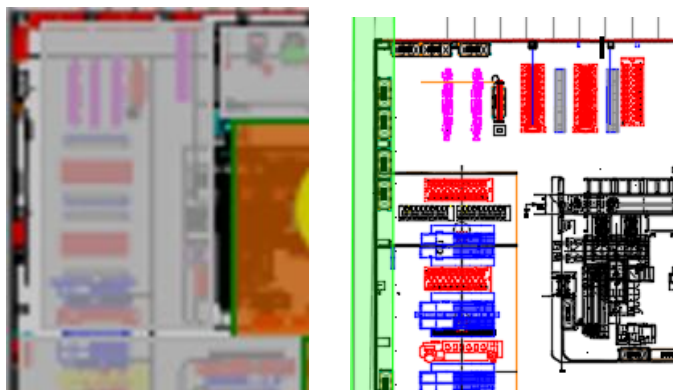
## 5 PILOTTITEHDAS

Pilotti tehdas sijaitsee DCV:n alueen asemapiirustukseen nähden takavasemmalla (**Kuva 14. kohta E**). Se on rakennettu 1980-luvun alussa aloitettujen tuotantotilojen laajentamisien yhteydessä. Lattiapinta-alaltaan Pilotti kattaa noin 2 000 m<sup>2</sup>. Pilotissa työskentelee tällä hetkellä keskimäärin 60 henkilöä, työnjohdon ja sisälogistiikan työntekijät mukaan luettuna.



**Kuva 14.** DCV:n tehdasalue

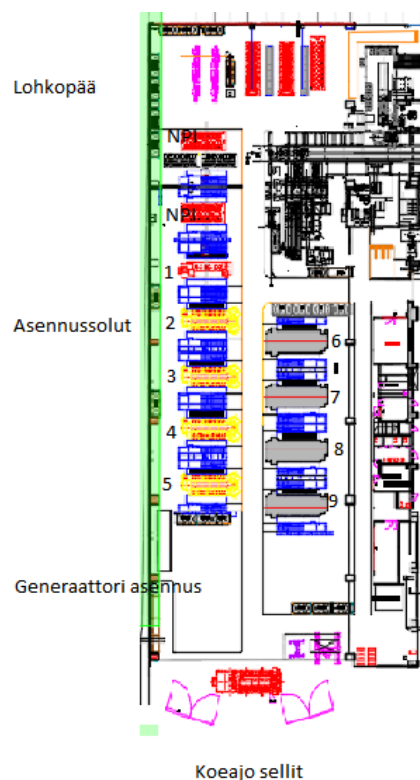
Edellisen kerran Pilotin layoutia muutettiin noin 3 vuotta sitten. Tällöin lohko- ja kampiakselikokoonpanosolut sai nykyisen muotonsa ja NPI-solut perustettiin (**Kuva 15.**).



**Kuva 15.** Pilotin layoutmuutos 3 vuotta sitten.

## 5.1 Pilotin toiminta

Pilotti tehdas toimii kokoonpanopaikkana normaaleille tuotantomoottoreille (W32, W34), uudelle W31- sekä NPI-moottoreille. Layoutiltaan pilotti on solurakenteinen. Se jakautuu pääpiirteittäin kolmeen osaan, lohkokokoonpanoon, asennussoluihin ja generaattorien asennuspaikkoihin. Lohko-osakokoonpanossa, uuden moottorin lohkon saavuttua, tapahtuu mm. kampiakselin kasaus ja asennus, nokka-akselin asennus laakerointineen. Lohkokokoonpanosta valmistuttuaan moottori siirtyy vapaana olevaan asennussoluun, joita tällä hetkellä Pilotissa on 11, mukaan lukien 2 NPI-solua. Solussa moottori rakennetaan valmiiksi asti, siirrettäväksi suoraan joko välivarastointiin odottamaan koeajoa, koeajoon tai generaattorin asennuspaikalle (**Kuva 16.**).



**Kuva 16.** Pilotin layoutrakenne.



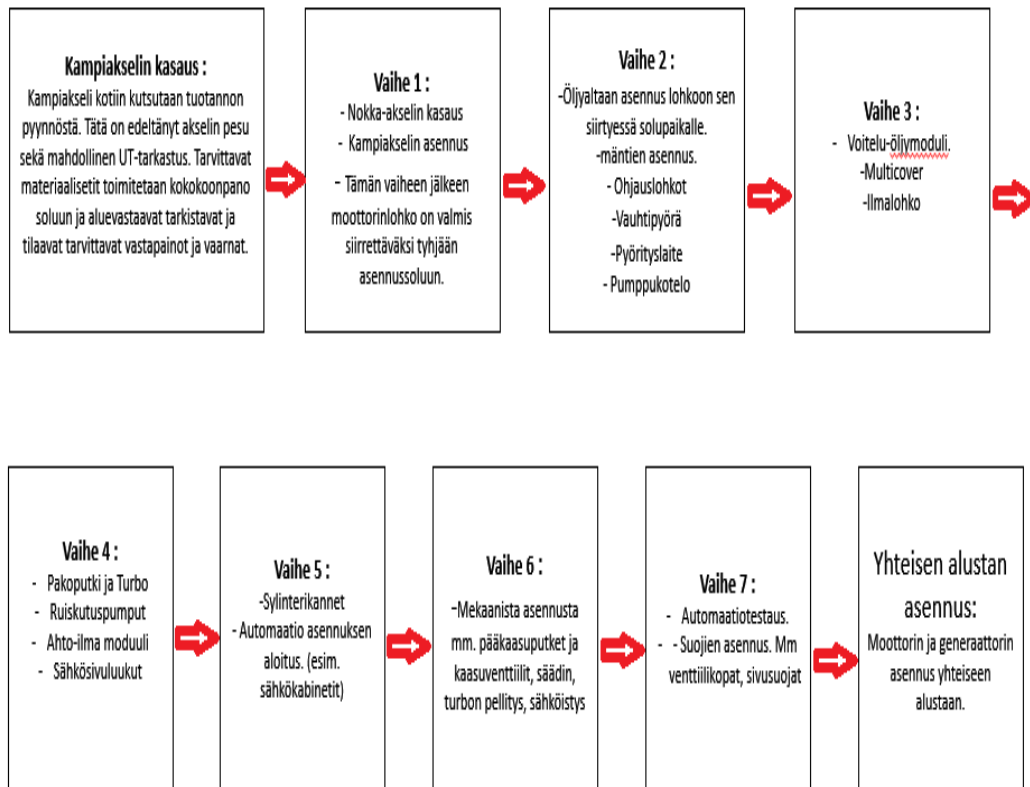
## 5.2 Pilotin materiaaliveirta

Pääosa moottoreiden kokoonpanossa käytettävistä materiaaleista toimitetaan Pilotiin Pilotin ulkopuolelta, pois lukien W32-moottoreiden bulk- ja kanban-materiaalit. Tavarantoimitus ja suurin osa varastoinnista sijaitsevat tehdasalueen toisella puolella olevassa Logistiikkakeskuksessa (**Kuva 14**, rakennus A). Sieltä kerätään keräysstrukeilla tarvittavat materiaalisetit moottorityypeittäin ja projektikohtaisesti mahdollisimman lähelle oikeaa tarvepäivää, koska pilotissa olevat väliavarastointipaikat ovat linjaan nähden vähäiset. Pilotissa on ainoastaan 130 lavapaikkaa settipuskuria varten. Moottorin valmistus, materiaaleja ajatellen, onkin jaettu tätä tarkoitusta varten tällä hetkellä 11 vaiheeseen. Vaiheistus alkaa lohkokoneistuksen ja sylinteriholkkien asennuksen tarvitsemista materiaaleista, päättyen moottorin viimeistelyvaiheeseen.

Pilotissa tarvittavat materiaalit edellä mainituista ovat kampiakselin setit, setit vaiheille 1-7 sekä mahdollinen generaattorin asennussetti. Materiaalikeräyksiä ja niiden aloittamisjärjestystä ja oikea-aikaisuutta ohjataan toiminnanohjausjärjestelmillä SAP ja MES. Pilotin tuotannon vapauttaessa moottorin järjestelmämielessä tuotantoon, vapautuu ja tulostuvat automaattisesti keräyslistat materiaaliseteistä 1-3. Kun moottorin vaihe 2 alkaa, moottorin ollessa tuossa vaiheessa jo solussa, vapautuvat setit 4-6 ja kun vaihe 4 aloitetaan, vapautuu vaihe 7. Generaattorin asennuksen setit vapautetaan manuaalisesti tarvepäivälle, koska moottori saattaa mennä väliavarastoon odottamaan mahdollista generaattorin asennusta eikä kyseessä olevaa settiä näin vielä tarvita. Tällä toiminnolla pyritään pitämään Pilotiin saapuva materiaaliveirta tasaisena ja mahdollisimman oikea-aikaisena.

## Moottorin vaiheistus:

- Karkea kuvaus W32-moottorin valmistuksen etenemisestä vaiheittain.

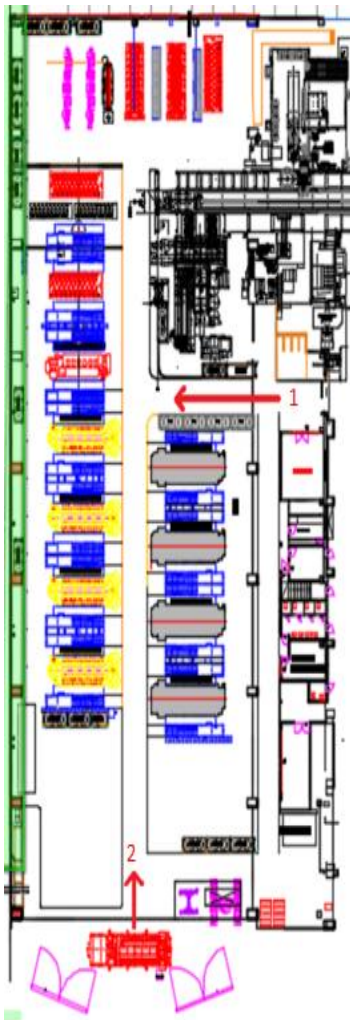


**Kuva 17.** Moottorin asennuksen eteneminen vaiheittain.

Myös moottoreiden moduulit mm. pumpukotelo-, ahtoilma-, voiteluöljy- ja multimoduuli sekä osa turboista toimitetaan pilotin ulkopuolelta moduulilinjalta (**Kuva 14. rakennus D**). Myös näiden toimituksessa pyritään pitämään mielessä Pilotin rajalliset varastointimahdollisuudet ja moduulit pyydetäänkin moduulilinjalta yleensä suoraan moottorille asennukseen. Projektikohtaiset mäntäsetit ja kampiakselin asennuksessa tarvittavat kiertokangen alaosat toimitetaan Pilotiin kiertokan-kiverstaalta (**Kuva 14. rakennus C**).

Nämä kaikki edellä mainitut materiaalit ja komponentit toimitetaan Pilottiin johtavaa pääkäytävää pitkin (**Kuva 18. kohta 1**).

Suurimmat komponentit kuten öljyallas, pakoputki, kampiakseli ja alusta generaattoriasennusta varten, toimitetaan Pilottiin kotiin kutsumalla ne alihankkijalta tarkasti tarvepäivälle. Ne nostetaan rekasta koeajosellien välissä olevalta purkupaikalta suoraan tarvepaikalle (**Kuva 18. kohta 2**).



**Kuva 18.** Pilotin materiaa livirta.

kohta 2

kohta 1

## 6 OPINNÄYTETYÖN RAJAUS JA SUUNNITTELU

Työn aloituksen lähtökohtana oli kartoittaa nykyisen layoutin ongelmia ja miettiä millaisia ongelmia tulevaisuus toisi mukanaan uusien moottorityyppien tullessa Pilotiin työn alle. Työtä aloitettaessa olikin jo tiedossa, että jo lyhyelläkin aikavälillä oli tulossa tuotantoon saman aikaisesti useampi W31-moottori. Mitä tämä tarkoittaisi ja mitä ongelmia tultaisiin näiden moottoreiden osalta kohtaamaan?

Pääpaino työlle päätettiin pitää W31-moottoreissa ja niiden tuomissa ongelmassa. Muita huomioon otettavia moottoreita normaali tuotantomoottoreiden lisäksi, jotka vaatisivat erityishuomiota, olisivat myöhemmin Pilotiin tuleva W6L46 kokoluokan moottori ja ensimmäinen W20V32LG-moottori.

Työ päätettiin toteuttaa kolmivaiheisesti. Ensimmäinen vaihe 1, olisi miettiä, kartoittaa ja suunnitella millaisia nopeita ja edullisia layoutmuutoksia tarvittaisiin pian tuotantoon tulevien W31-moottoreita ajatellen. Toinen vaihe 2 pitää sisällään pitemmän aikavälin suunnittelua, isompia muutoksia layoutiin ja näin myös kustannuksellisesti kalliimpia ratkaisuja. Kolmannessa vaiheessa mietitään tulevaisuuden layoutia.

Työkaluina työn tekemisessä ja suunnittelussa käytettiin AutoCAD- ja Visual Components-ohjelmistoja tuomaan visualisemman kuvan layoutista ja mahdollisista haasteista. Näiden kuvien ja suunnitelmien pohjalta pidettiin työn edetessä suunnittelupalavereita, joissa tuotiin esiin uusia ideoita ja suljettiin pois toimimattomia ratkaisuja layoutiin. Pohjana opinnäytetyölle toimi myös asentajien esiintuomat ongelmat tämän hetkessä layoutissa ja millaisia parannuksia he toivoisivat työpis-  
teilleen.

## 7 TYÖN ALOITUS JA RAJOITTAVAT TEKIJÄT

Layoutsuunnittelua aloitettaessa jo olemassa olevaan layoutiin, on tärkeää selvittää kaikki mahdolliset rajoittavat tekijät, jotka vaikuttavat uuden layoutin luomiseen. Pilotissa suurimmaksi haasteeksi tiedettiin nousevan, varsinkin W31-moottoreiden kohdalla, kokopanohallin leveys, koska solut sijaitsevat toisiinsa nähden vastakkain ja moottoreiden koko W32-moottoreihin verrattuna on kasvanut edelleen. Miten siis moottorit saataisiin soluista pois kasattuina?

Moottoreiden koon kasvaessa, olennaisesti myös moottorin paino kasvaa. Selvitettäväksi ja tärkeäksi osaksi tuli myös lattian kantavuuden laskettaminen, sillä Pilotin tuotantotilan alla sijaitsee osittain varasto, jossa varastoidaan generaattorin ja alustan asennuksen yhteydessä asennettavia putkia.

Muita huomioon otettavia tekijöitä Pilotissa olivat solun mahdollinen muuttaminen, isoimpien komponenttien nostoon käytettävien siltanostureiden liikeradat ja materiaalien varastointi sekä niiden paikat niin soluissa kuin puskurivarastossa ja käytävien säilyminen nykyisellään. Millaisia rakenteellisia rajoitteita ja vaikutuksia näillä kaikilla olisi layouttiin?

Tämän kaiken selvityksen aloittamiseksi tarvittiin kuitenkin ensimmäiseksi kuvat nykyisestä layoutista ja ohjelmistot, joilla työ suoritettaisiin. Ohjelmistoiksi valikoituivat AutoCAD, jolla piirrettynä oli valmiina pohjapiirustus Pilotin tuotantotiloista, ja Visual Components Professional 4.0.

AutoCAD on tietokoneavusteinen yleissuunnitteluohjelmisto. Se on pääasiassa viivapiirtoon perustuva 2D-työkalu, jota laajentamalla voidaan luoda myös 3D-malleja. Visual Components on puolestaan 3D-tuotannon ja sen simulointiin pääasiassa käytettävä suunnitteluohjelmisto, joka visualisuudellaan ja helppokäyttöisyydellään on omiaan tuomaan esiin mm. juuri uuden layoutin ongelmat (**Kuva 19.**).



AUTODESK® AUTOCAD® 2016

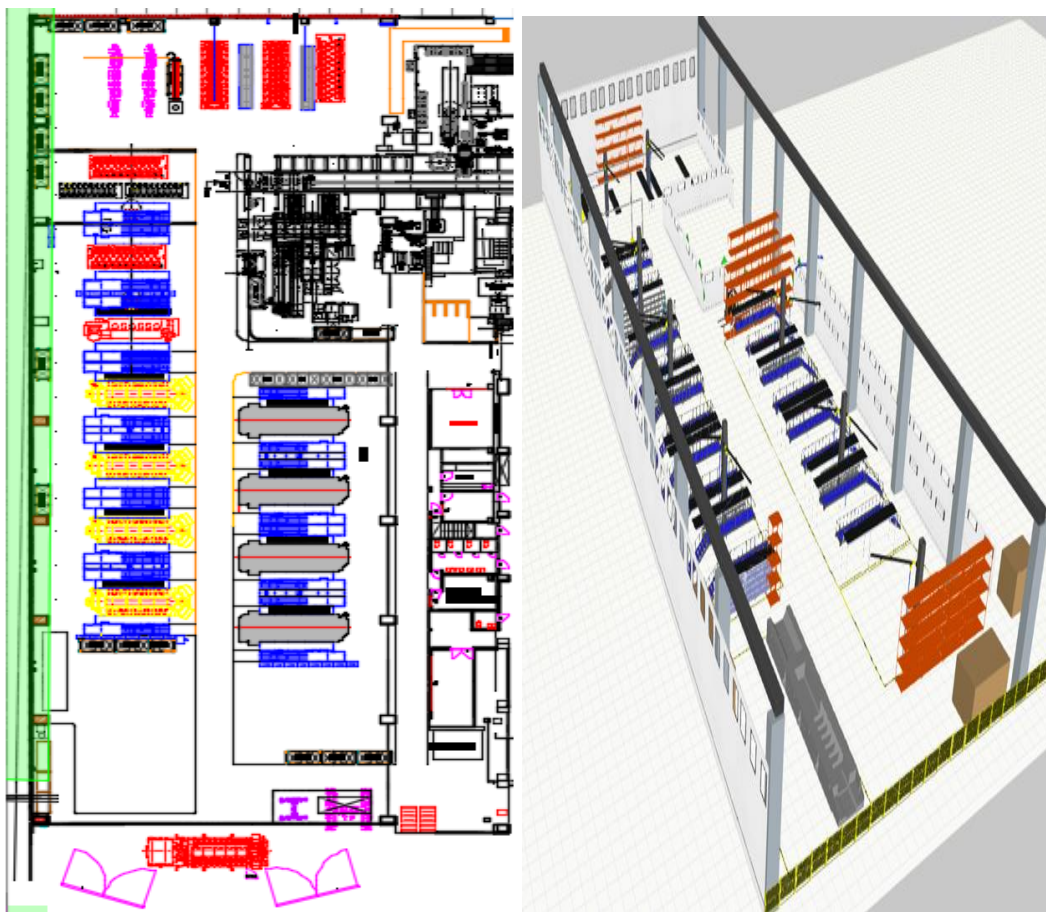


**Kuva 19.** Auto Cad & Visual Components

## 7.1 Pohjapiirustuksen teko 3D:ksi.

Työ aloitettiin piirtämällä Pilotin tuotantotilat 3D:ksi Visual Components-ohjelmistolla, jo olemassa olevan AutoCAD 2D-pohjapiirustuksen pohjalta sekä suorittamalla mittauksia rullamitalla ja laseretäisyysmittarilla. Haastavimmaksi osuudeksi osoittautui ohjelmistojen käyttö, joiden käytöstä ei ennestään ollut kokemusta. Kuitenkin ajan kuluessa, käytön myötä ohjelmistojen tullessa tutuksi alkoi työ edetä.

Visual Componentsin käyttö osoittautuikin helppokäyttöiseksi sen sisältämän valmiin komponenttikirjaston myötä. Komponenttikirjastosta löytyikin osittain valmiina kaikki tarvittavat komponentit 3D-layoutin luomiseen. Joissain kohdissa jouduttiin tyytymään tai muokkaamaan itse komponentteja aidomman visualisen layoutkuvan luomiseksi. Näiden 2D- sekä 3D-layoutkuvien pohjalta aloitettiin suunnittelemaan mahdollisia muutoksia layoutiin (**Kuva 20.**).



**Kuva 20.** 2D- ja 3D-kuva Pilotista

## 7.2 Lattian kantavuuden laskettaminen

Moottoreiden koon kasvaessa, kasvaa myös luonnollisesti moottoreiden kokonaispaino. Esimerkkinä W20V34SG:n kuivapaino alustalle asennettuna on 131 921 kg, kun vastaava paino W20V31SG-moottorille on 181 002 kg. Pelkän moottorin painojen ollessa W20V34SG-moottorilla 81 000 kg ja W20V31SG-moottorilla 110 000 kg.

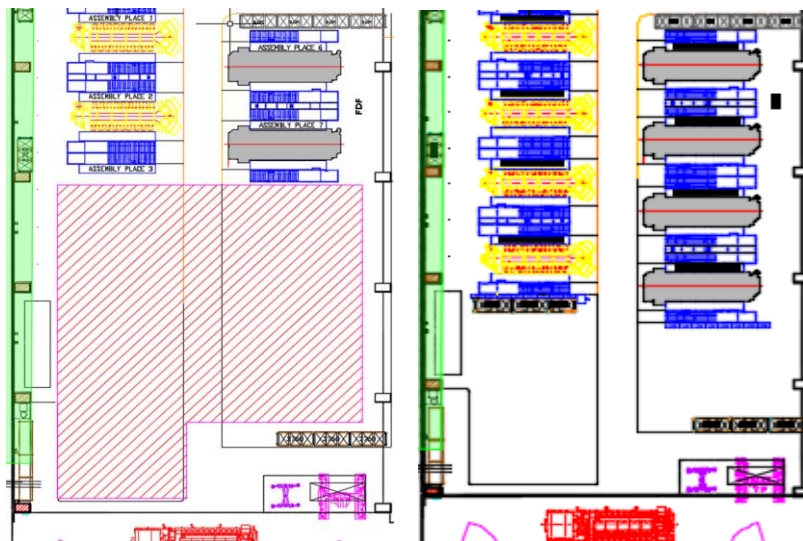
Syy lattian kantavuuden tarkastamiselle on osittain Pilotin tuotantotilojen alla sijaitseva varasto ja hitsaamo. Osaa pilotin lattiaa kannattelee siis betonipalkit ja niiden alla pilarit, jotka on perustettu suoraan kiinteään kallioon vanhojen rakennesuunnitelmien mukaan. Lattian kantavuudet on edellisen kerran lasketettu vuonna 2008 ja sitä edeltävän kerran 2005, moottoreiden koon kasvaessa (**Yritys X:n laskelmat liitteinä 1 & 2.**). Nämä laskelmat oli rajoitettu koskemaan pääasiallisesti ainoastaan generaattorin sekä alustan asennuksessa käytettävää aluetta. Näin ollen oli tarkastettava myös solujen alla oleva alue, joka sijaitsee alla olevan varastotilan päällä. Tämä siksi, että tiedossa oli useamman V31-moottorin tuotantoon tuleminen samanaikaisesti ja tarvittiin varmistus lattian kestävyydestä.

### 7.2.1 Kantavuuksien selvitys

Uudet laskelmat päätettiin teettää yritys Y:n, jonka yksi toimipiste sijaitsee Vaasassa. Yritys Y on erikoistunut teollisuus-, liike- ja urheilurakennusten rakennesuunnitteluun. Yhtenä heidän palvelunaan on myös lujuuslaskennat.

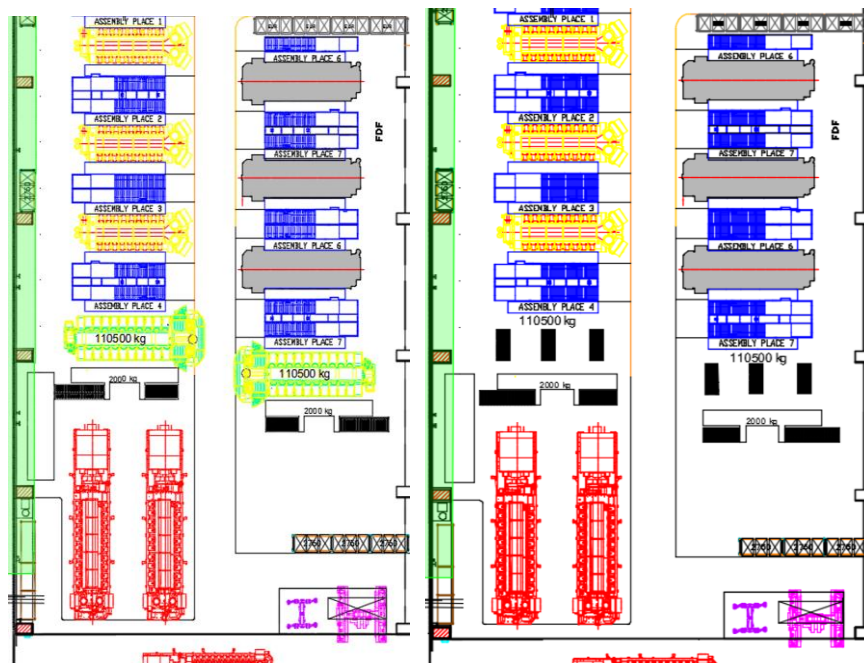
Laskelmat teetettiin silmällä pitäen useamman W31-moottorin yhtäaikaista solussa oloa, ottaen huomioon W6L46- sekä mahdollinen LG-moottorin alustaan asennus. W31-moottoreiden yhtäaikainen solussa olo tarvitsi myös vaiheen 1 suunnittelun, jolle osa lattiankantavuuksien laskelmista olisivat. Vaihe 1 käsitellään tarkemmin myöhemmin.

Ala, jolle laskenta suoritettiin layoutmuutoksia silmällä pitäen, oli koko Pilotin alla oleva varaston pinta-ala (**Kuva 21.**).



**Kuva 21.** Pilotin alla olevan varaston pinta-ala.

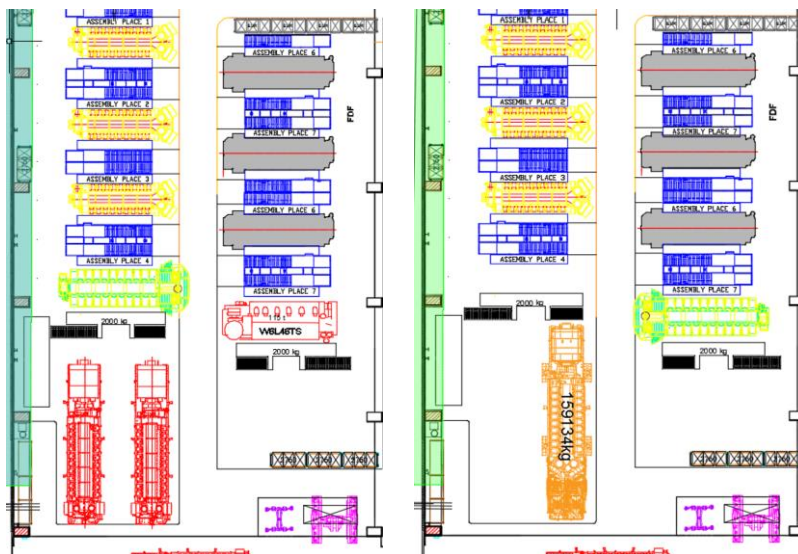
Tärkeimpänä laskennan kohteena pidettiin vaiheen 1 muutoksien varmistamista kantavuuksien osalta. Tässä laskettaisiin kahden W20V31-moottorin solussa oleminen vastakkaisilla solupaikoilla, huomioiden kuorman jakautuminen moottoripukeille. Muuta huomioitavaa kantavuuksia ajatellen, olivat GOUP-työskentelyt, joita vaihe 1 pitäisi sisällään (**Kuva 22.**).



**Kuva 22.** STEP1 ja painon jakautuminen moottoripukeille.



Laskelma teetettiin myös W6L46-moottorin sekä LG-moottorin alustaan asennuksen aiheuttamille kuormille vaihe 1:ssä (**Kuva 23.**).



**Kuva 23.** W6L46- ja LG-moottorin sijoittelu.

Kaikkien laskennassa huomioitavien moottoreiden massojen osalta, lattian kantavuuksien todettiin olevan riittävä, joten kantavuudet eivät olisi rajoite layoutia suunniteltaessa.

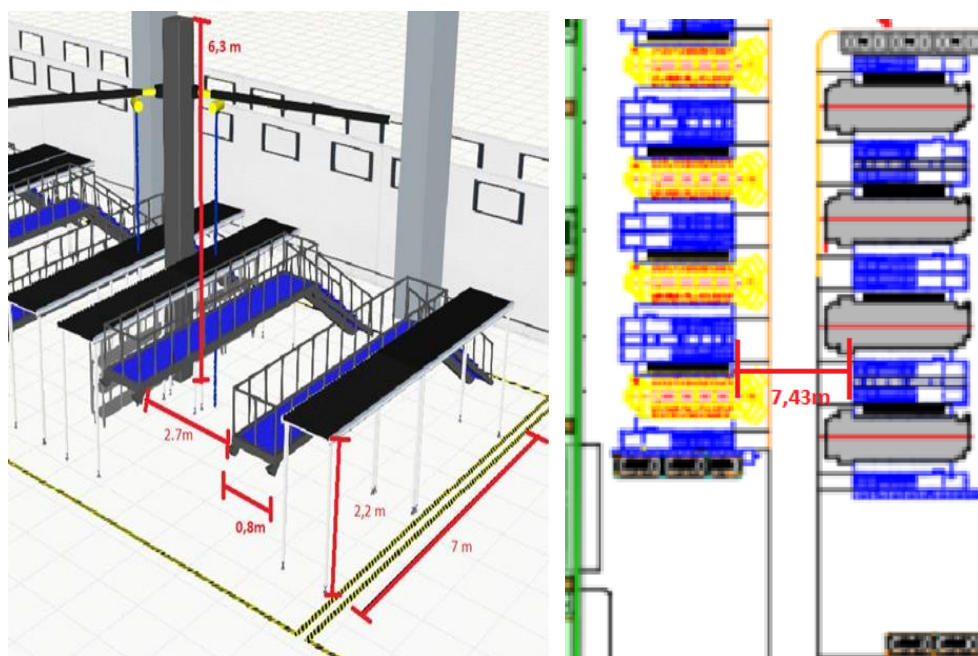
### 7.3 Solujen muuntamista rajoittavat tekijät ja muutostarve.

#### 7.3.1 Solu

Tämän hetkisten solujen työskentelytasot ovat 0.8 m leveydeltään ja tasojen välinen leveys on noin 2,6 m. Työskentelytasot ovat myös liikuteltavissa ylös- ja alaspäin. Alimmillaan taso on lattiasta 0.9 m ja korkeimmillaan 1.8 m. Työskentelytasojen alta on myös mahdollista vetää ns. potkupelti, jolla kavennetaan työturvallisuussyistä moottorin ja työtason välistä rakoa. Potkupellin tämän hetkinen maksimipituus ulos vedettäessä on noin 0.45 m. Solujen rullaradan ja asentajien työkalujen säilytystason yhteispituus on 7 m, korkeus 2,2 m. Rullaradan ja työkalujen säilytystason yhteiseen runkoon on laitettu paineilimaliitännät, mahdollistaen paineilman käytön ilman paineilmaletkujen vetämistä kauempaa solusta. Näiden solujen alla sijaitsee myös suuri osa hyllyistä, joissa varastoidaan bulk- ja kanban-osia. Vastakaisten solujen väliin jäävän käytävän leveys on 7,43 m (**Kuva 24.**).

### 7.3.2 Nostot solussa

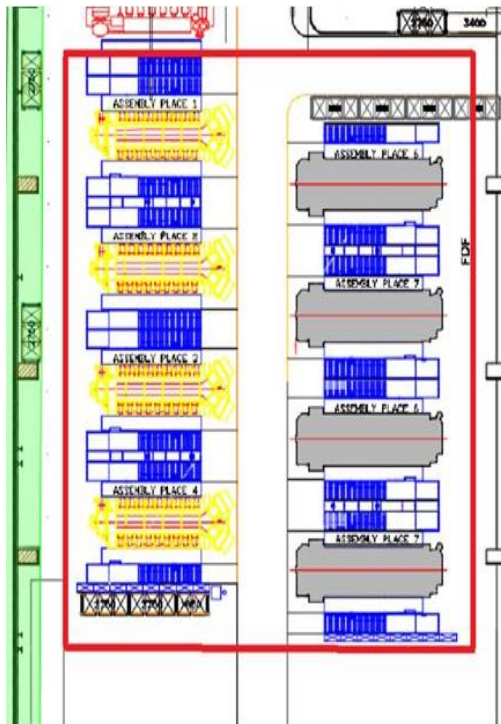
Solujen väleissä on sijoitettuna kääntöpuominosturit. Nostureiden pilarit ovat korkeudeltaan 6,3 m, puomin korkeus 5 m. Maksimi nostokorkeus on noin 4,7 m ja kantavuus 1000 kg. Jokaisen kääntöpuomin pilarille on lattiaan valettu erillinen antura vahvistamaan nosturia. Painavimmat moduulit, jotka ylittävät kääntöpuominosturin kantavuuden 1000 kg, nostetaan solussa siltanostureilla, joita pilotissa on kolme, 110 t, 125 t ja 200 t.



**Kuva 24.** Solu ja solujen välinen käytävä.

Mietittäessä solujen mahdollisia muutosmahdollisuuksia, rajoittavina sekä huomioitavina seikkoina ovat kääntöpuomin siirtämisen suuritöisyys soluja levennettäessä, anturan piikkaamisen ja uuden valamisen vuoksi. Solun siirtämistä seinään päin ja näin moottoreiden väliin jäävän käytävän leventämistä rajoittaa myös siltanosturin toimintarajat. Siltanosturin koukut eivät ole liikutettavissa täysin seinään saakka, vaan jättää moottorin taakse alueen jonne koukku ei yllä. Kuitenkin osa nostoista pitää pystyä suorittamaan moottorin takana. Esimerkiksi osa

vauhtipyöristä vaatii siltanosturin käyttöä. Isoimpien W31-moottoreiden kohdalla moottorin taakse jäävä tila siltanosturin koukun työskentelyyn, on ainoastaan 1 m (**Kuva 25.**).



**Kuva 25.** Siltanosturin toimintatila ja W31-moottorin taakse jäävä tila.

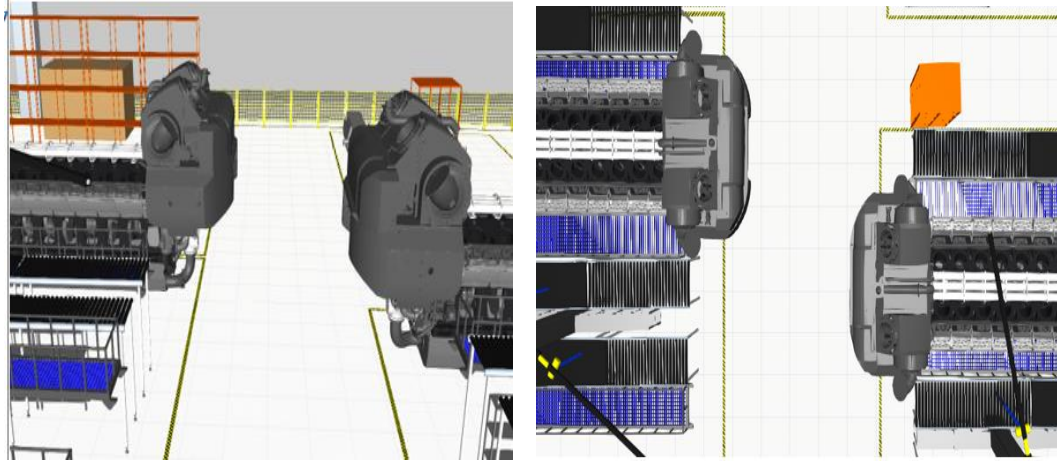
## 7.4 Tarve layoutmuutokselle.

### 7.4.1 W31

Akuuteimman tarpeen layoutmuutokselle aiheuttaa W20V31-moottoreiden koko. Työtä aloitettaessa oli tiedossa kahden W20V31-moottorin yhtäaikainen soluun tulo. Aikaisemmin tuotannossa oli ollut vain yksi kyseistä kokoluokkaa oleva moottori kerrallaan. Moottoreiden väliin jäävän käytävän leveys, valmiin moottorin nostaminen pois solusta sekä solun ahtaus tulisivat olemaan ongelma. Näihin oli löydettävä ratkaisu.

Kahden W31-moottorin ollessa soluissa 5 ja 9 vastakkain, jää turbojen väliin jäävä tila liian pieneksi estäen muiden moottoreiden kuljettamisen tarvepaikalle (**Kuva**

**26.).** W31-moottoreiden ollessa vierekkäisillä solupaikoilla (esim. solu 9 ja 8), on toisen moottorin nosto valmiina mahdotonta. Vastakkainen solu jouduttaisiin siirtämään kokonaan tai purkamaan, koska moottori ei myöskään nouse tarpeeksi menäkseen solujen yli.



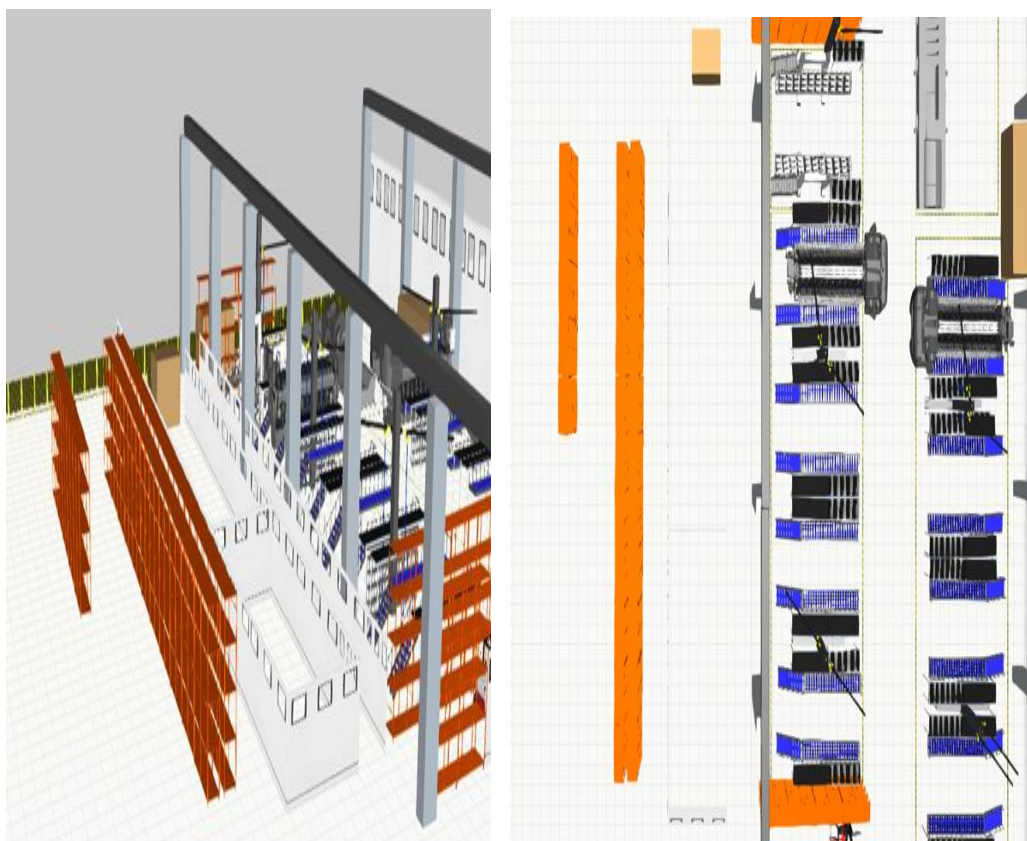
**Kuva 26.** W31-moottorit vastakkain solussa.

Solun leveys oli myös todettu riittämättömäksi, estäen työskentelytason nostamisen lakipisteeseen sekä vaikeuttaen osaltaan moottorin kasausta. Myös moottorin nosto solusta pois helpottuisi solun levennyksen myötä (**Kuva 27.**).

**Kuva 27.** XXXX.

Ongelmana oli myös keräyslavojen puskurointi välivarastoon, jonka tiedettiin lähtökohtaisesti olevan riittämätön, lavamäärän W31-moottorin kohdalla ollessa moninkertainen W32-moottoriin nähden, johtuen aktiviteettikohtaisesta keräystavasta. V20W31SG-moottorille kerätään keskimäärin 200 aktiviteettilavaa, kun vastavasti V20W32-moottorille kerättävä määrä on noin 100 lavaa. Tämän ongelman ratkaisemiseksi pystytettiin uusia hyllyjä (**Kuva 28.**).

Pilotin vieressä oli aikaisemmin sijainnut mm. kansikoneistuslinja, joka on uudistuksien yhteydessä purettu. Tälle tilalle ei oltu vielä kaavailtu uutta pysyvää käyttöä, joten lupa hyllyjen pystykseen tarpeen vaatiessa saatiin. Uudet hyllyt kattavat 480 lavapaikkaa sekä mahdollistavat isompien moduuleiden puskuroinnin hyllyn alatasoille.

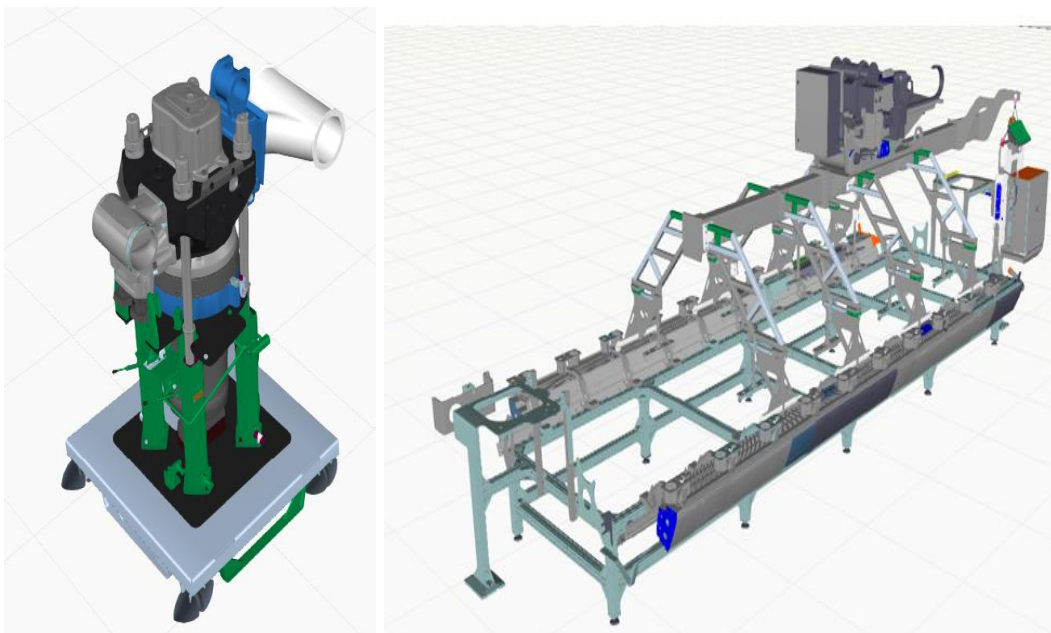


**Kuva 28.** Uusien hyllyjen sijainti.



Yksi W31-moottoria koskeva seikka on myös sen kokoonpanotapa. W31 moottorin kokoonpano eroaa W32-moottoriin mm. moduulisuudellaan. Esimerkkinä powerpack sekä uusi automaation modulisointi. Powerpack:ssä on yhteiseen jigiin asennettuna sylinterikohtaisesti sylinteriholkki, kiertokanki, mäntä sekä sylinterikansi. Tämä setti lasketaan kokonaisuutena suoraan moottorinlohkoon. W32-moottorin kohdalla edellä mainitut osat asennetaan erillisinä komponentteina. Tulevaisuudessa myös moottorin automaatiomoduli sähkösivuluukkuineen lasketaan kokonaisena, valmiiksi osittain testattuna moottorin päälle (**Kuva 29.**).

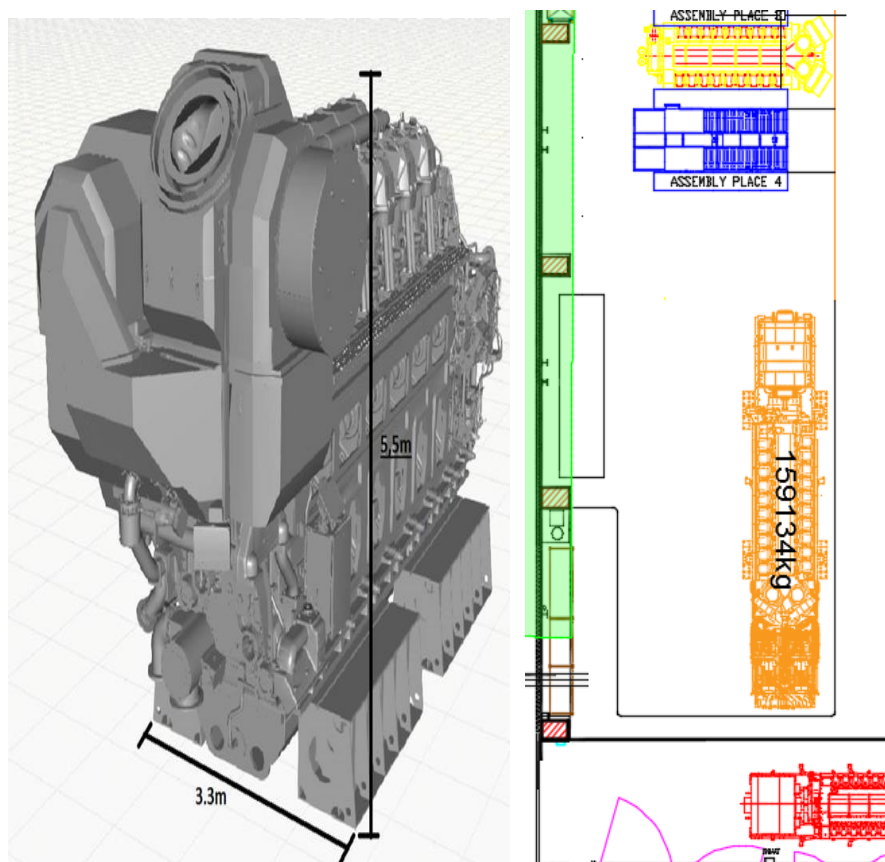
Layoutia mietittäessä myös näille moduuleille sekä niiden kokoonpanolle tulisi löytää tila, sillä edellä mainittujen moduuleiden siirto tehdasalueen toiselta puolelta ei olisi mahdollista. Pilotissa tarvittavat powerpackit on tähän asti kokoonpanttu mahdollisuuksien mukaan vapaata tilaa mukaillen.



**Kuva 29.** Powerpack ja automaatiojigi

### 7.4.2 W6L46 ja W20V32LG

W31-moottorien lisäksi layoutia mietittäessä, tarvittiin myös ratkaisu myöhemmin samana vuonna Pilotiin asennukseen tulevalle W6L46 kokoluokan moottorille sekä W20V32LG-moottorille. W6L46-moottori eroaa, verrattaessa W32- sekä W31-moottoreihin, leveydeltään sekä korkeudeltaan huomattavasti, eikä näin tämän hetkissä soluissa asennus olisi mahdollista. W6L46 käsitellään erikseen tarkemmin (Kuva 30.).



**Kuva 30.** W6L46 ja W20V32LG

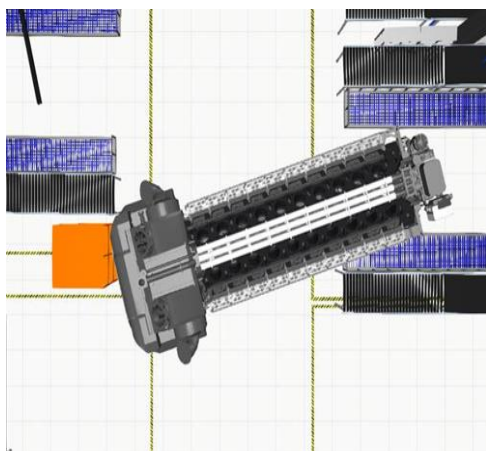
W20V32LG-moottorin suurin haaste on sen yhteiselle alustalle asennus Pilotissa. W20V32LG-moottorin alusta on pituudeltaan 17 m, kun esimerkiksi W20V32SG:n alusta on 10 m. LG-moottorin alusta ei siis mahtuisi pituudeltaan Pilotin tämän hetkiseen alusta-asennukseen tarkoitettulle paikalle, vaan vaatisi solun 5 purkamisen.

## 8 VAIHEET 1, 2 JA 3

Opinnäytetyö tehtiin kolmivaiheiseksi. Vaihe 1 pitää sisällään nopeita ja helposti toteutettavia layoutmuutoksia, mahdollistaen kahden V20W31SG kokoluokan moottorin valmistamisen samanaikaisesti. Vaihe 2 pitää sisällään lähitulevaisuuden mahdollisia suurempia muutoksia, jotka ovat työläämpiä ja kustannuksellisesti kalliimpia. Vaihe 3 on tulevaisuuden modulisoitu solu esimerkkilayoutmalli ja on edeltävää jälleen kalliimpi ratkaisu. Pääpaino jokaisessa vaiheessa painottuu W31-moottoriin ja sen tuomiin haasteisiin.

### 8.1 Vaihe 1 ja GOUP-työskentelytaso

Vaiheen 1 tavoitteena on löytää ratkaisuja kahden V20W31SG-moottorin samanaikaiseen valmistukseen. Ongelman muodostaa valmiiksi asti tehdyn moottorin nosto pois solusta, solujen välisen käytävän kapeuden vuoksi (**Kuvat 24- 26.**). Aikaisemmin samaa kokoluokkaa oleva moottori on tehty solussa 9 (**Kuva 16.**). Tällöin valmiin moottorin nosto pois solusta vaati vastapäätä olevan varastointihyllyn siirron. Nostoa vaikeutti myös solun leveys työskentelytasojen korkeuden vuoksi. Moottorinpuikkien ja lattian välinen mitta, moottorin ollessa nostettuna lakipisteeseen, on ainoastaan noin 70 cm. Tällöin moottori ei nouse solussa olevien työskentelytasojen yläpuolelle, eikä näin lisää tilaa moottorin siirtoon pois solusta (**Kuva 31.**).

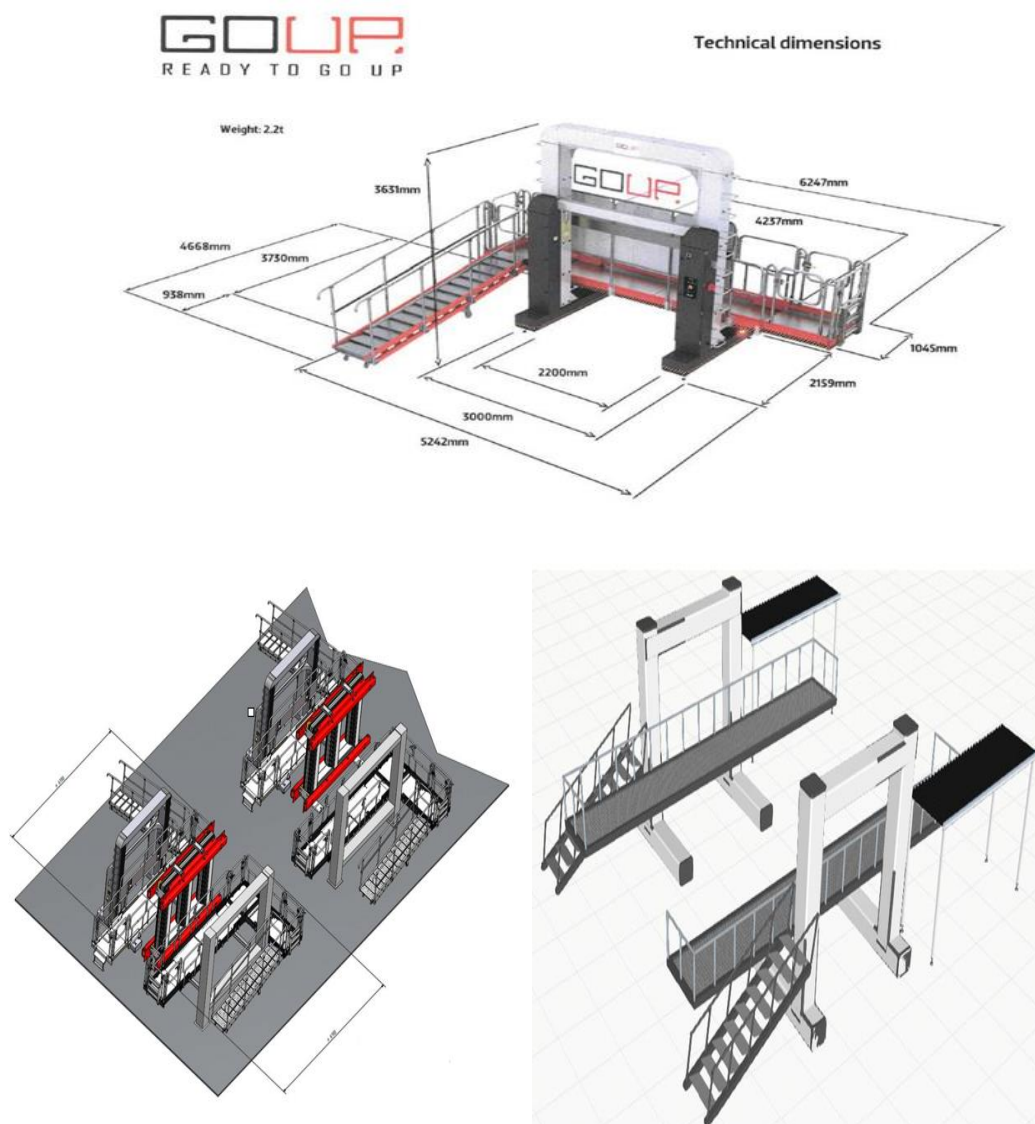


**Kuva 31.** Solun ahtaus.



### 8.1.1 GOUP-työskentelytaso

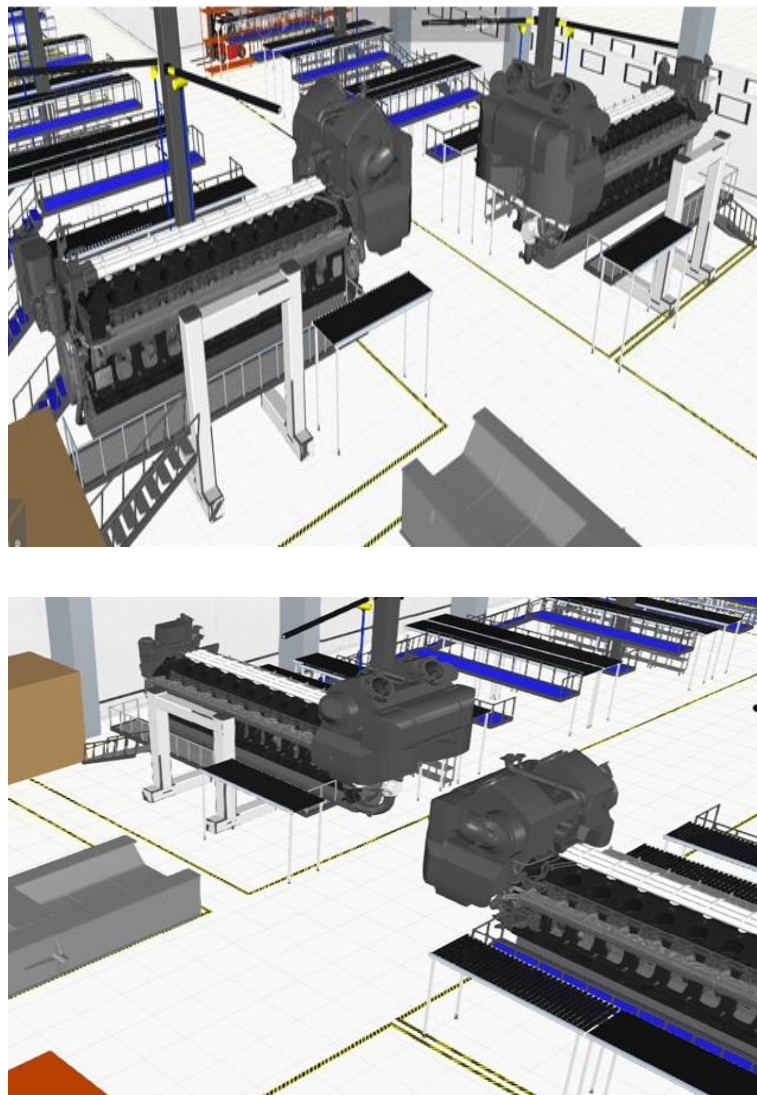
Koska moottorin nosto pois solusta oli osoittautunut suurimmaksi ongelmaksi, yhtenä nopeimpana ratkaisuna toimisi solun tai solujen 5 ja 9 asteittainen purku; Solun toisen puolen rullaradan ja siinä kiinni olevan työskentelytason poisto ja vaihto siirreltävään työskentelytasoon. Pilotissa on aikaisemmin joidenkin koneiden kohdalla käytetty GOUP-työskentelytasoa. GOUPin hyvinä puolina on sen siirreltävyys ja modifioitavuus moneen eri variaatioon tarpeen mukaan. Vaasassa kyseessä olevaa työskentelytasoa vuokraa WasaTrade Oy, johon yhteyttä ottamalla selvitettiin eri modifiointimahdollisuudet (**Kuva 32.**).



**Kuva 32.** GOUP modifiointi.

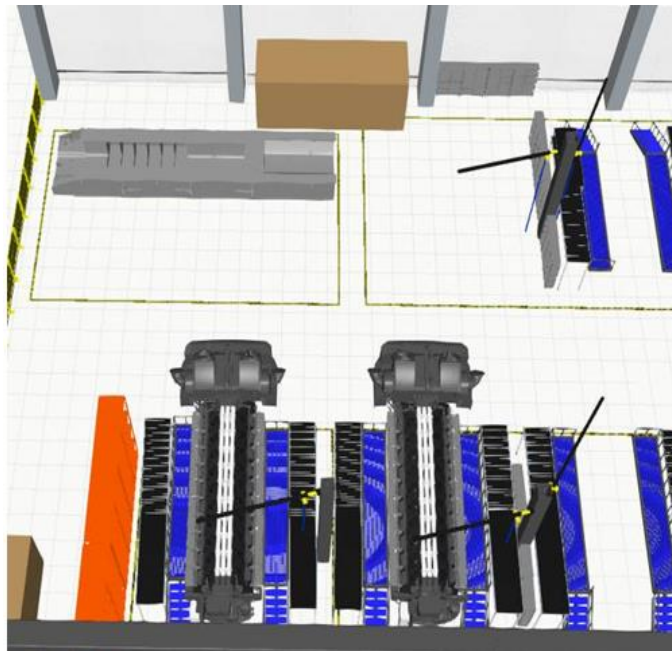
### 8.1.2 Vaihe 1 layoutvaihtoehdot.

Vaihtoehtoja vaiheeseen 1 löytyi neljä. Ensimmäisessä vaihtoehdossa 5 ja 9 solujen toinen puoli vaihdettaisiin siirrettävään työskentelytasoon. Näin helpotettaisiin ja mahdollistettaisiin moottoreiden nosto solusta. Toinen vaihtoehto olisi muuttaa ai-noastaan solun 5 toinen puoli siirrettäväksi. Nämä ratkaisut eivät kuitenkaan tarjoaisi ratkaisua moottoreiden väliin jäävän käytävän kapeuteen. Edellä mainitut vaihtoehdot edellyttävät, että toisen moottorin turbo asennettaisiin vasta toisen moottorin lähdettyä solusta. Myös materiaalit, jotka sijaitsevat tämän hetkisten työskentelytasojen alla, vaatisivat uudelleensijoittelun (**Kuva 33.**).



**Kuva 33.** Vaihe 1 layoutvaihtoehdot 1 ja 2

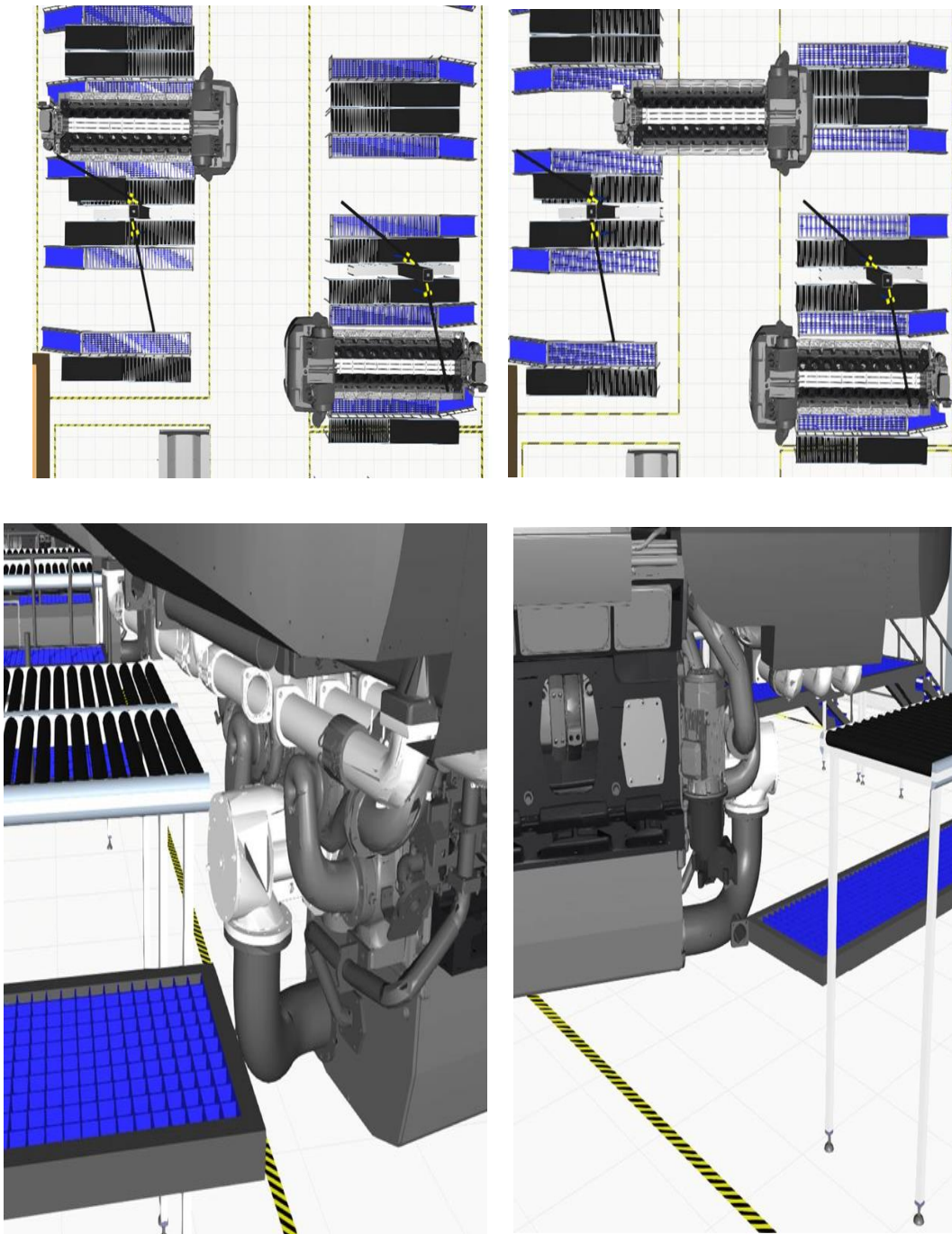
Kolmas vaihtoehto olisi koko solun 5 siirto generaattoriasennuksen varapaikalle, joka sijaitsee solun 9 vieressä. Tässä mallissa moottorin turbojen asennus samanaikaisesti sekä solusta pois nosto onnistuisi, edellyttäen, että noston aikana toinen vastapäätä oleva generaattorin asennuspaikka on tyhjä. Nämä kaikki kolme vaihtoehtoa olisivat myös mahdollistaneen LG-moottorin asennuksen 17 m pitkään alustaan Pilotissa (**Kuvat 23-34.**).



**Kuva 34.** 5 solun siirto.

Neljäs vaihtoehto on valmistaa moottorit soluissa 4 ja 9. Moottoreihin on tässä tapauksessa mahdollista asentaa turbot samanaikaisesti, mutta isompien moottoreiden, (esim. tuplaturbo) siirto käytävää pitkin muista soluista, on edelleen mahdollonta. Moottoria nostettaessa pois solusta 4, ei vastapäätä olevassa solussa 8 saa olla W9-moottoria isompaa moottoria. Edessä voi mahdollisesti olla myös solujen 7 ja 8 välisen yhteisen rullarata- ja työskentelytasomoduulin siirto moottorin noston ajaksi solusta 4 ajaksi. Moottoria nostettaessa, sen ollessa lakipisteessä ja vedettynä mahdollisimman ulos solusta, ennen mahdollisuutta kääntyä käytävän suuntaisesti, on moottorin turbo suurimmaksi osaksi vastapäätä olevan rullaradan päällä. Tässä riskinä on turbon alla olevan äänenvaimentimen vaurioituminen, sillä vaimentimen

ja rullaradan välinen ero on vain muutamia senttejä. Vaarana on myös öljyaltaasta lähtevän pääöljyputken osuminen työskentelytasoon moottoria käännettäessä käytävän suuntaiseksi. Tässä vaihtoehdossa ei tarvitsisi purkaa soluja 5 tai 9, ainoastaan mahdollisesti siirtää väliaikaisesti solujen 7 ja 8 välisiä tasoja ja rullaratoja (**Kuva 35.**).



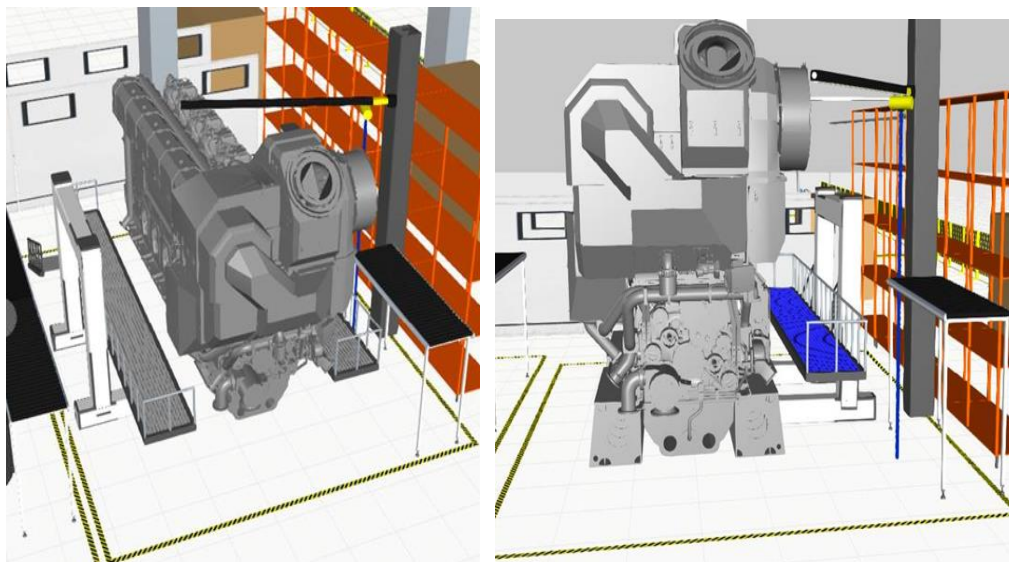
**Kuva 35.** W31-moottorin nosto solusta 4 ja riskitekijät.



### 8.1.3 W6L46

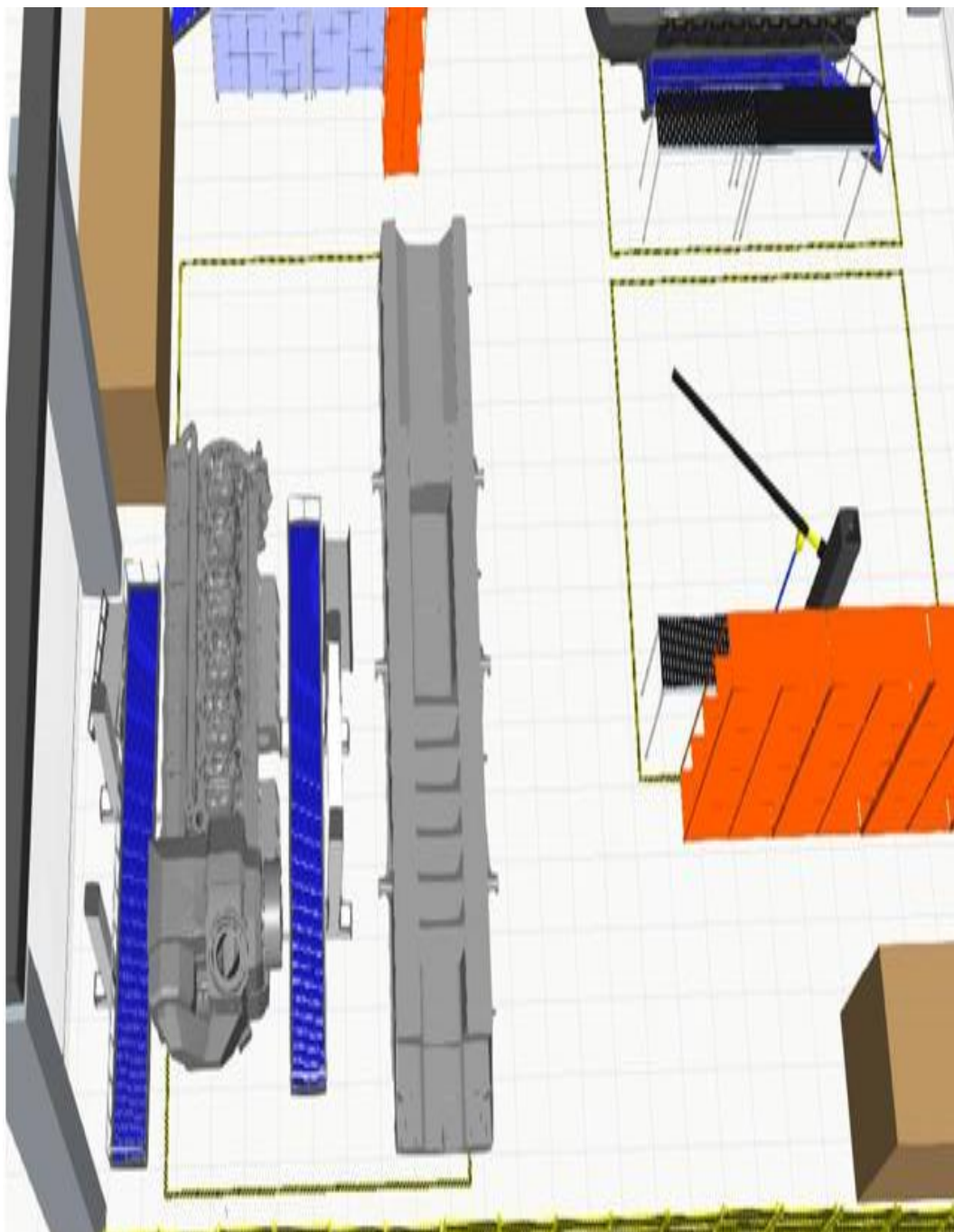
W6L46-moottori ei kokonsa puolesta ole mahdollista kokoonpanna solupaikalla, vaan vaatii oman asennuspaikkansa generaattorin asennuspäähän. Työskentelytasoina toimisivat jälleen GOUPit (**Kuva 31**). GOUPin osalta on otettava huomioon sen vievä tila. W6L46-moottoria rakennettaessa on tarpeellista käyttää molemmin puolin työskentelytasoa. Mikäli moottori kokoonpannaan generaattoriasennukseen tarkoitettulla varapaikalla, moottorille tarkoitettujen moottoripukkien päällä, eivät GOUPit mahdu kummallekin puolelle moottoria. Tämä johtuu pukkien vaatimasta tilasta (**Kuva 36**). Tämän vuoksi tulevaa W6L46-moottoria alettiinkin suunnitella kokoonpantavaksi lohkon kuljetuspukkien päälle, ennen öljyaltaan sekä moottoripukkien yhdistämistä varsinaiseen lohkoon.

Kokoonpano kuljetuspukkien päälle myös laskisi moottorin korkeutta. W6L46-moottorin lakipiste moottoripukkien päällä on noin 5,5 m. Kasaus kuljetuspukkien päällä laskisi moottoria noin 80 cm. Moottorin laskeminen alemmas auttaisi myös usean komponentin nostamista moottoriin, sillä komponentit W6L46 kohdalla ovat huomattavasti isompia sekä painavampia. Nostot vaativat siten joko kääntöpuominosturin tai 125T-siltanosturin käyttöä.



**Kuva 36.** W6L46 generaattori asennuksen varapailla.

W6L46 on mahdollista kokoonpanna myös varsinaisella generaattorin asennuspaikalla. Tämä vaatisi toisen generaattoriasennuspaikan luovuttamista asennuksen ajaksi W6L46-moottorille, toki vapauttaen varapaikan muuhun käyttöön (**Kuva 37.**).



**Kuva 37.** W6L46-generaattori asennuspaikalla.

## 9 VAIHEEN 2 SUUNNITTELU

Vaihe 2 pitää sisällään pitemmän aikavälin muutoksia, tuoden esiin eri mahdollisuuksia ja ratkaisuja rajoitukset huomioiden. Vaihe 2 on myös kustannuksellisesti kalliimpi ja työläämpi kuin vaihe 1. Pääpaino, moottoreita ajatellen, layoutissa on edelleen W3- moottoreilla, ottaen huomioon myös W6L46-moottorin. Tarve ilmeni myös osalle Pilotissa käytettävien nostorautojen uudelleensijoittelulle. Osa nostorautoista on tällä hetkellä ilman varsinaista kohdennettua paikkaa, aiheuttaen osaltaan ahtautta ja turhaa nostorautojen siirtelyä. Isommat layoutin muutostyöt mahdollistavat myös materiaalien, jotka tällä hetkellä ovat osittain sijoitettuina solujen rullaratojen alle, uudelleensijoittelun helpommin saataviin paikkoihin (**Kuva 38.**).

**Kuva 38.** XXXX

## 9.1 Käytävän mahdollinen leventäminen

Suurimmaksi ongelmaksi isojen W31-moottoreiden kohdalla ilmeni valmiin moottorin pois nostaminen solusta. Tähän ongelmaan yritettiin löytää ratkaisuja suunnittelemalla eri layoutmalleja, joissa käytävää olisi levennetty. Rajoitteena käytävän leventämiselle on, varsinkin isojen W32/34- ja W31-moottoreiden kohdalla, moottorin taakse jäävä tila solussa. Moottorin taakse jäävää tilaa tarvitaan mm. vauhtipyörän nostamiseen ja rotsaukseen W32-moottoreiden kohdalla. W31-moottoreiden kohdalla vauhtipyörä asennetaan kampiakselin kokoonpanovaiheessa, mutta moottorin taakse jäävä tila on valmiiksi todella ahdas (**Kuva 25.**).

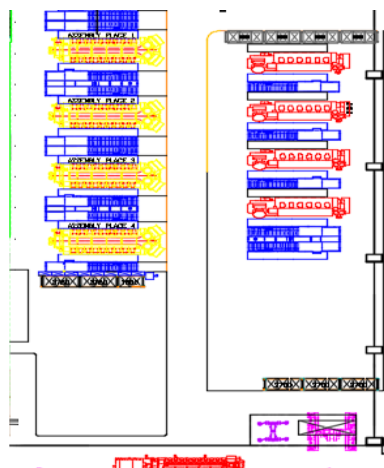
**Kuva 39. XXXX**

### 9.1.1 Toinen puoli rivimoottoreille tai solujen kääntö

Yhtenä vaihtoehtona käytävän leventämiselle olisi muuttaa Pilotin toinen puoli soluista ainoastaan rivimoottoreiden kokoonpanoa varten. Koska rivimoottorit ovat mitoiltaan huomattavasti V-moottoreita lyhyempiä, solujen siirto 1m seinään päin olisi mahdollinen. Rivimoottorit eivät myöskään tarvitse työskentelytasoa eikä rullarataa kummallekin puolelle solussa. Tällöin toisen puolen solut voisi tiivistää, jättäen lisää tilaa generaattorin asennuspäähän. Tämä vaihtoehto kuitenkin vaatisi tuotantoa suunniteltaessa vapaita solupaikkoja tietyille moottorityypeille, mikä

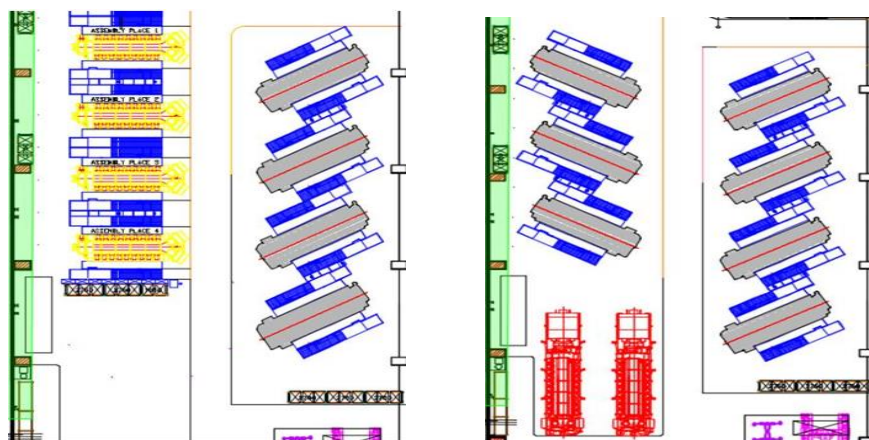


aiheuttaisi varmasti ongelmia. Tällöin myös solujen rullaradat, työskentelytasot sekä kääntöpuominosturit jouduttaisiin uudelleen modifioimaan ja siirtämään (Kuva 40.).



**Kuva 40.** Toinen puoli soluista vain rivimoottoreille.

Toisena vaihtoehtona käytävän leventämiselle ja nostojen helpottamiseen mietinnän alla oli solujen kääntäminen käytävän suuntaisemmaksi. Tästä aiheutuisi ongelmia kaikkien tarkkuutta vaativien siltanosturilla suoritettavien nostojen kanssa, sillä siltanosturin liikerata on kaksiakselinen. Solujen kääntö veisi myös tilaa, joko varastoinnista tai generaattoriasennuksen varapaikalta. Näin myös tämän vaihtoehdon suuritöisyys verrattaessa sen tuomiin etuihin teki siitä toteuttamiskelvottoman (Kuva 41.).



**Kuva 41.** Solujen kääntö

## 9.2 Solujen levennys

Layoutmuutoksessa tiedettiin tarvittavan myös asennussolun leveyden kasvattamista. Nykyinen solu on ahdas ja estää joidenkin moottoreiden kohdalla työskentelytason nousemisen lakipisteeseen (**Kuva 27.**). Tämän hetkinen työskentelytasojen väliin jäävä tila on noin 2,6 m. Levennystarve olisi minimissään 40 cm. Tämä poistaisi edellä mainitun ongelman ja toisi muutenkin tilaa moottoriin asennettavien komponenttien asennukseen. Myös moottorin nosto pois solusta helpottuisi, sillä moottoria päästäisiin kääntämään käytävän suuntaiseksi aikaisemmassa vaiheessa solun ollessa leveämpi (**Kuva 30.**). Isoimpana haasteena solujen leventämiselle on solujen välissä olevat kääntöpuominosturien pilarit, joille on valettu erilliset anturat. Toisena ongelmana, mutta ei vaikeasti ratkaistavana, olisi paineilmaputkien uudet vedot soluihin. Kolmantena ongelmana soluja levennettäessä olisi niiden ottaman tilan kasvaminen. Mistä tilasta oltaisiin valmiita luopumaan?

## 9.3 NPI-solu

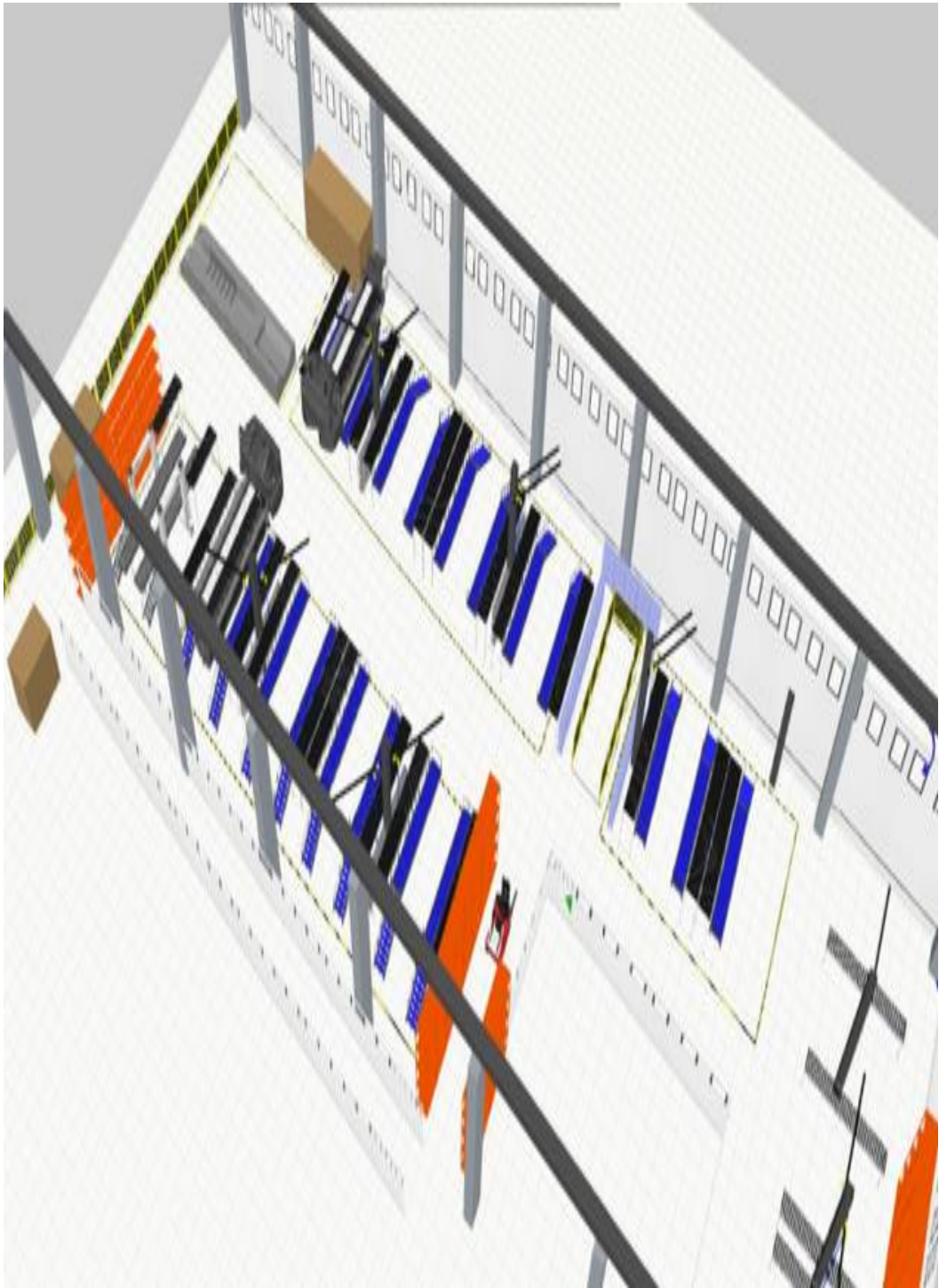
Edellisen kerran Pilotin layoutmuutoksen yhteydessä perustettiin myös NPI-solu. Solun käyttö sen varsinaiseen tarkoitukseen on kuitenkin jäänyt vähäiseksi. Tällä hetkellä NPI-solu toimii pääasiallisesti välisijoituspaikkana lohkokokoonpanosta valmistuville lohkoille, joille ei ole vielä vapaata solupaikkaa. Osittain NPI-solu on myös toiminut W31-moottoreiden powerpack-kokoonpanopaikkana. Tähän tarkoitukseen NPI-solu on osoittautunut toimivaksi siinä olevan kevytnosturin ansiosta. Toimivaksi ja vakituiseksi powerpack-kokoonpanopaikaksi paikka ei sovi ympärillä olevan vähäisen tilan vuoksi. Powerpackit, jigit sekä niiden materiaalit vaativat paljon tilaa ympärilleen, että kokoonpano olisi mahdollisimman tehokasta (**Kuva 29.**). Voisiko kevytnosturia siirtää toiminnallisempaan paikkaan?

## 10 VAIHE 2

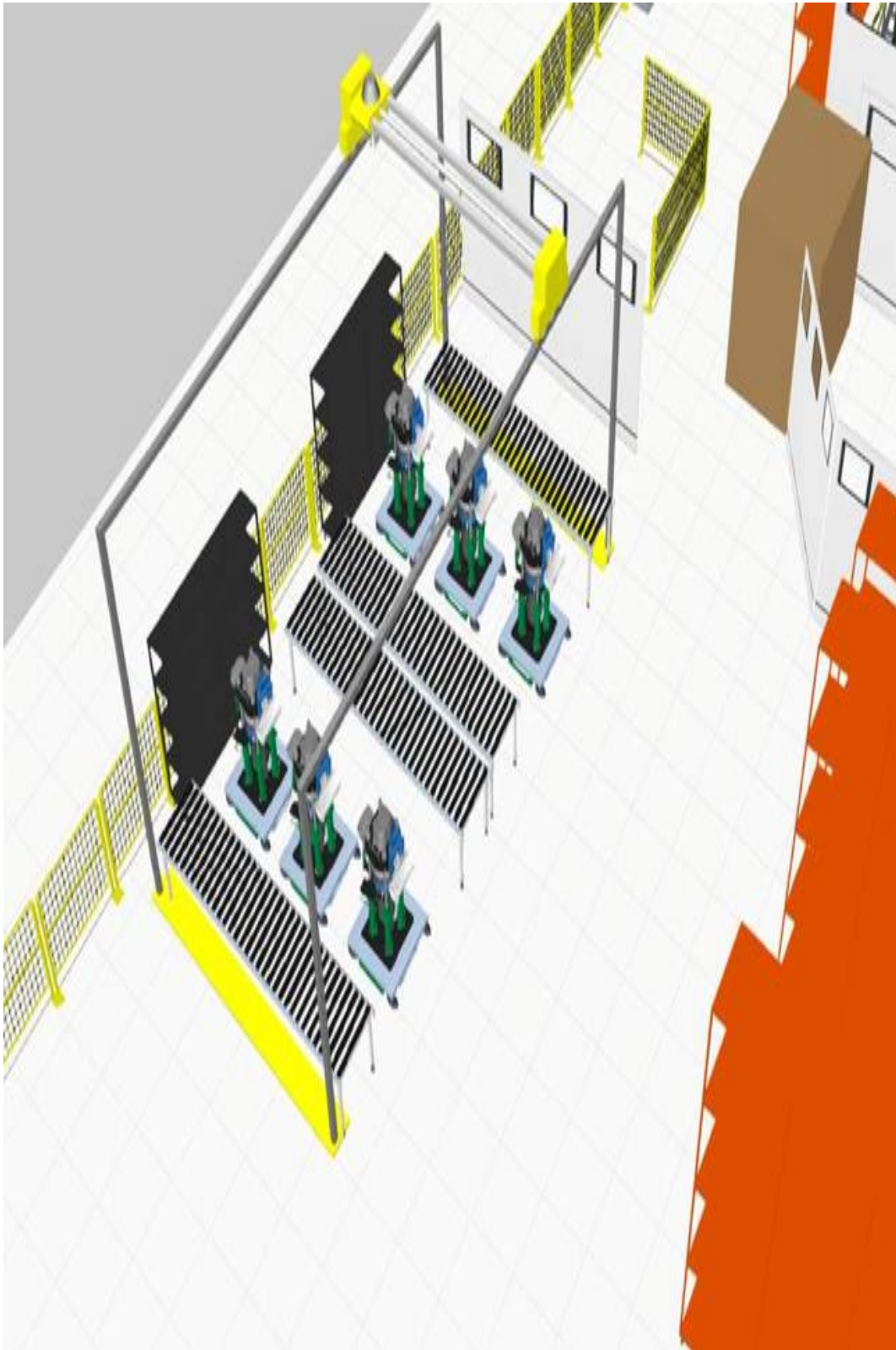
Kaikki suunnitteluvaiheen seikat huomioiden päädyttiin seuraavaan layoutmalliin. Kaikki toisen puolen solut levennettäisiin noin 40 cm, poistamaan kuvan 27 (s.36) ongelma sekä tuomaan lisää tilaa moottorin nostoon pois solusta. Solu 5 levennettäisiin koeajosellien suuntaan, pitäen näin solujen 5 ja 4 välissä oleva kääntöpuominosturi paikoillaan. Soluja 4,3 ja 2 siirrettäisiin lohkojen kokoonpanosoluihin päin. Tämä edellyttäisi solujen 3 ja 2 välissä olevan kääntöpuominosturin siirron noin 1m. Toiselta puolelta levennettäisiin ainoastaan solu 9. Solujen leventämisessä on otettava huomioon työskentelytasojen alta vedettävät potkupellit, joita jouduttaisiin mahdollisesti modifioimaan pidemmiksi, sillä soluissa tehdään edelleenkin myös kapeampia W32-moottoreita.

Solujen leventämisen vuoksi solu 1 poistettaisiin nykyisestä käytöstä. Soluun olisi mahdollista sijoittaa Pilotissa säilytettävät pienmateriaalit, jotka tällä hetkellä ovat solujen alla hankalasti saatavilla. Hyllyjen väliin jäävään tilaan olisi mahdollista sijoittaa helpommin saataviksi esimerkiksi nostorautoja, jotka tällä hetkellä ovat irrallisina lattioilla ilman varsinaista merkittyä paikkaa (**Kuva 42.**).

Koska NPI-solussa oleva kevytnosturi on siirrettävissä, olisi sille järkevää etsiä toinen sijoituspaikka. Se olisi sijoitettavissa esimerkiksi Pilotin vieressä sijaitsevalle tyhjälle alueelle, uusien varastohyllyjen läheisyyteen. Tälle alueelle, jolle kevytnosturi sijoitettaisiin, olisi mahdollista rakentaa powerpackille vakituinen asennussolu. Powerpackin kokoonpanon vaatiessa tilaa ympärilleen niin materiaaleille kuin jigeille, olisi sille Pilotin osalta järkevää olla oma solunsa. W31-moottoreiden kysynnän kasvaessa oleellisesti, myös powerpackien kokoonpano vakinaistuu. Näin myös selkeytettäisiin Pilotin toimintaa W31-moottoreiden osalta. Pilotin vieressä olevalta paikalta olisi myös mahdollista tehdä uusi kuljetusreitti juuri powerpackeille, lyhentäen niiden kuljetusta tuotantoon. Se olisi tehtävissä generaattoriasennuksen vieressä olevan logistiikan taukotilan läpi puhkaisemalla seinä ja siirtämällä taukotila uuteen paikkaan. Tyhjäksi jäänyt NPI-solu toimisi edelleen varapaikkana lohkokokoonpanosta valmistuville lohkoille, jotka odottavat asennuslun vapautumista tai moottorille, joka odottaa siirtoa koeajoon (**Kuva 43.**).



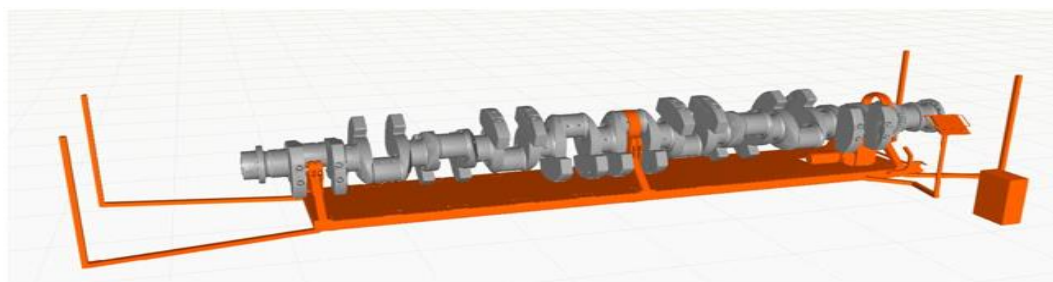
**Kuva 42.** Vaihe 2 layout.



**Kuva 43.** Uusi powerpack kokoonpanosolu

## 11 VAIHE 3

Vaihe 3 on tulevaisuuden Pilotitehdas ja edeltäviä vaiheita huomattavasti kalliimpi, laittaen kaiken uudeksi. Tulevaisuuden soluilta halutaan modulaarisuutta, helppoa muovautumiskykyä siinä valmistettavan moottorityypin mukaan. Lisäksi W31-moottorin volyymin kasvaessa tuotannossa, on tarve myös uusien jigien, jotka ovat jo suunnittelussa, sijoittelulle Pilotissa. Uusista jigeistä esimerkkeinä W31-moottorin automaatiojigi (**Kuva 29.**) sekä suunnittelussa oleva kampiakselin kokoonpanojigi (**Kuva 43.**).



**Kuva 43.** Kampiakselin kokoonpanojigi.

### 11.1 Vaiheen 3 muutos

Tämän hetkiset solut ovat kiinteitä eivätkä ole siirreltävissä. Ainoat muokattavat osat nykyisissä soluissa ovat työskentelytasojen alta vedettävät potkupellit sekä irrotettava 1m jatkokappale. Tulevaisuudessa solulta halutaan muovautumista sekä modulaarisuutta siinä valmistettavan tuotteen mukaan. Pilotin osalta tämä tarkoittaisi solujen määrän suurta vähenemistä, sillä muunneltavat solut vaativat paljon tilaa ympärilleen toimiakseen ja ollakseen siirreltäviä.

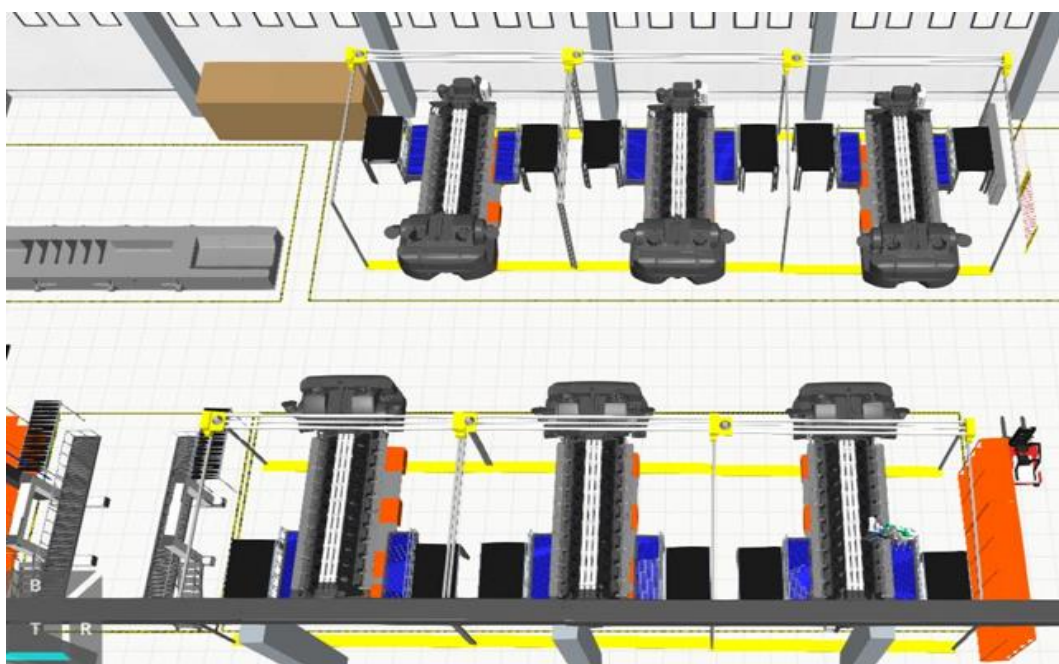
Pilotin vieressä sijaitseva tila, jossa tällä hetkellä on rakennettuna väliaikaisesti uudet hyllyt W31-moottorin materiaaleille sekä mietittynä vaiheessa 2 powerpack kokoonpano solu, eivät ole varmasti pysyviä ratkaisuja. Näin ollen myös nämä on sisällytettävä ja mietittävä Pilotin alueen sisään.



Nämä kaikki huomioiden suunniteltiin kaksi eri layoutmallia. Pohjana soluissa käytettiin linjakokoonpanossa olevia moottoripukkeja, jotka ovat siirrettävissä ilmatyyny-nyalustalla. Kooltaan linjan moottoripukit eivät välttämättä ole toiminnaltaan toteuttamiskelpoisia Pilotissa, mutta antavat kokonsa puolesta kuvan uuden solun vaatimasta tilasta. Ajatuksena vaiheen 3 soluissa on, että moottori olisi siirrettävissä tarpeen mukaan mahdollisimman lähelle takana olevaa seinää mahdollisimman helposti ilman moottorin nostamista, tuoden tilaa moottoreiden väliselle käytävälle. Tämä mahdollinen moottorin siirto solussa edellyttäisi tämän hetkisten asentajien taukotilojen siirtoa pois soluista. Myös uudelle taukotilalle etsittiin paikka lähellä tuotantoa.

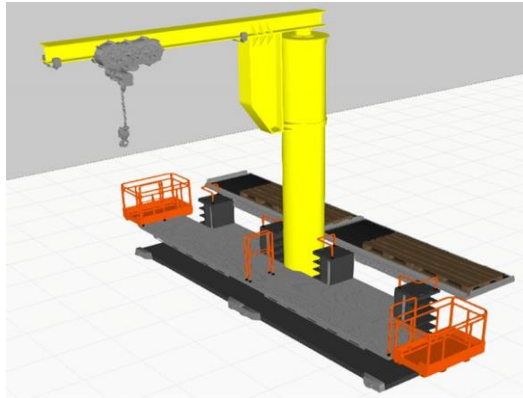
## 11.2 Vaihe kolme, solujen layoutit

Ensimmäisessä layoutmallissa jokaiseen soluun mitoitettiin kevytnosturit helpottamaan tämän hetkisten kääntöpuominostureiden hankaluutta (**Kuva 44.**). Työskentelytason ja rullaradan ideana on moduulimaisuus, joko kiinteinä hydraulisesti sisään vedettävänä tai kokonaan irrallisina paloina. Tasojen pituus pystyttäisiin muokkaamaan moottorin pituuden mukaan. Tasojen purku tai siirto toisi myös tarvittavaa tilaa moottorin lähtiessä solusta.

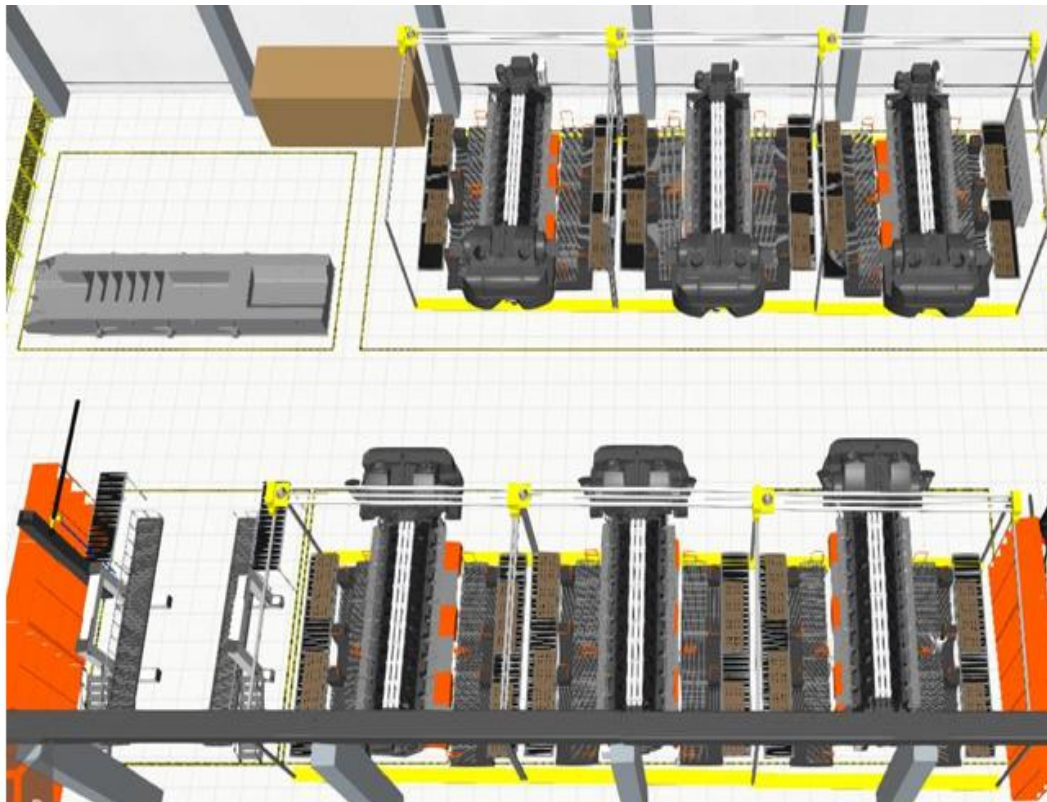


**Kuva 44.** Vaihe 3 solujen layout 1.

Toisessa vaiheen 3 layoutissa, käytettiin pohjana suunnittelutoimisto yritys Z suunnittelemaa ratkaisua modulaarisesta solurakenteesta. Ajatuksena yritys Z:n solussa on, että työskentelytaso ja rullarata on kiinnitettävissä moottoripukkeihin halutulla variaatiolla moottorityypistä riippuen. Alkuperäistä yritys Z:n mallityöskentelytasoja muokkaamalla suunniteltiin ja mitoitettiin taso Pilotin layoutiin (**Kuvat 45-46.**).



**Kuva 45.** Yritys Z:n solumalli.

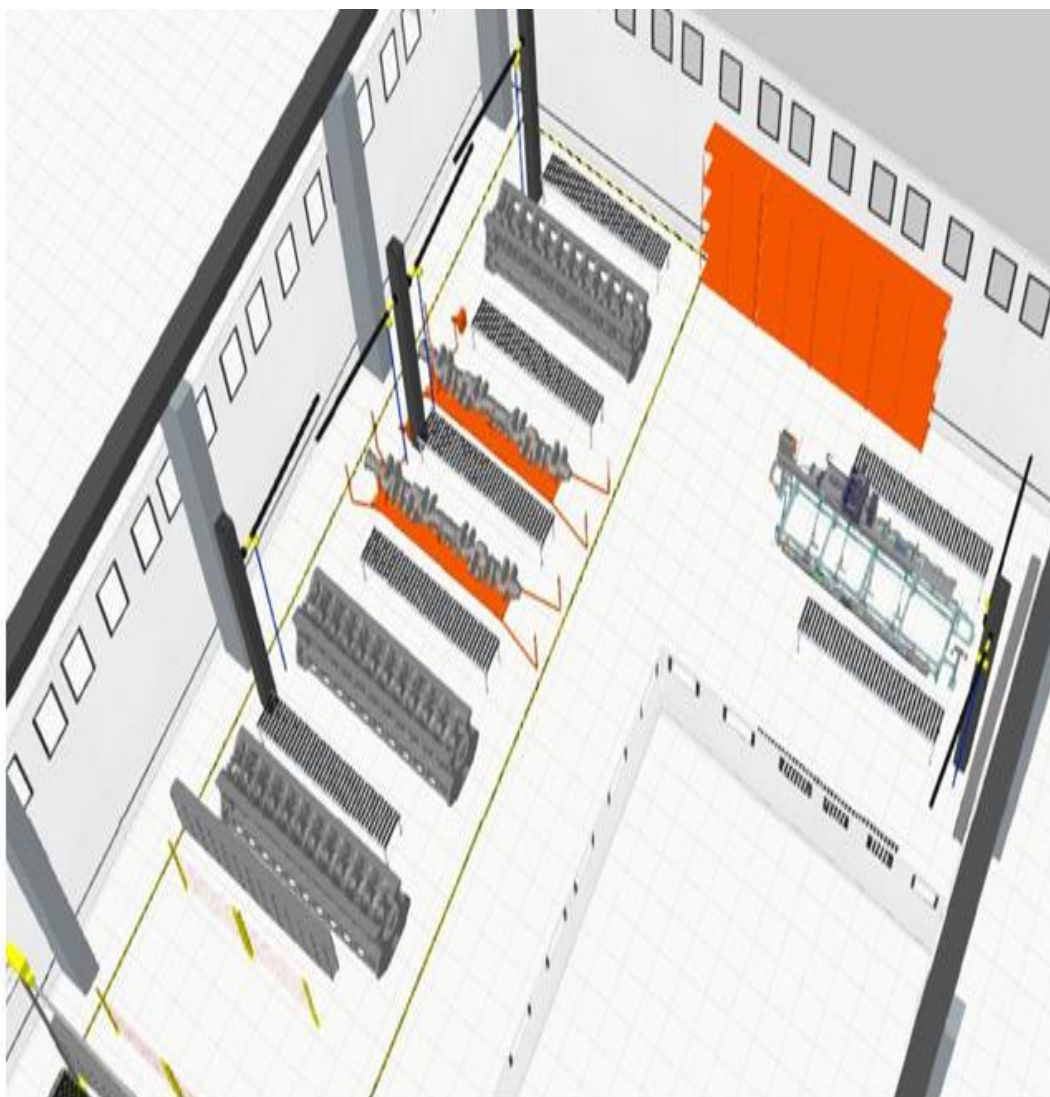


**Kuva 46.** Vaihe 3 solujen layout 2.



### 11.3 Vaihe kolme, akseli- ja lohkokokoonpanon layout

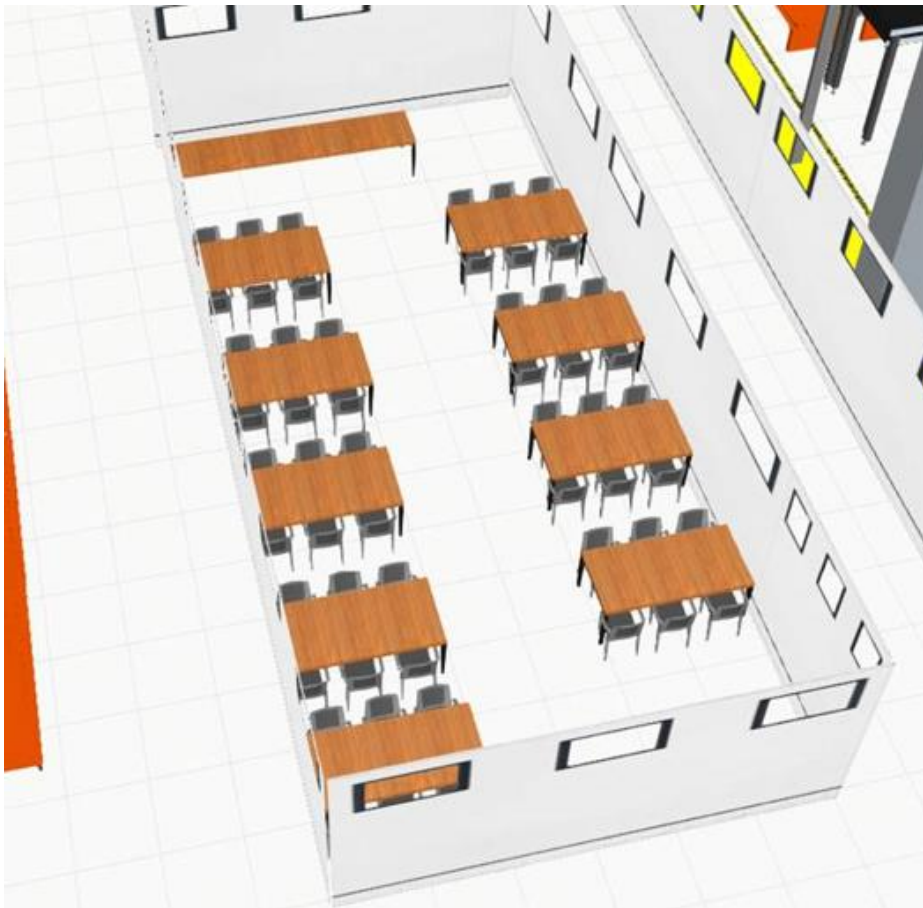
Koska Pilottikokoonpanon viereisen tilan lopullinen käyttötarkoitus on avoinna, on epätodennäköistä, että mahdolliset powerpack- tai automaatiomoduurikokoonpanot voisi sijoittua sinne pysyvästi. Tämän vuoksi ne oli sijoitettava Pilotin tiloihin. Toiminnallisesti parhaaksi paikaksi näille olisi tämän hetkinen lohkokokoonpanoalue. Lohko- ja kampiakselikokoonpano sijoitettaisiin käytävän suuntaisesti. Kampiakselien kokoonpano tehtäisiin moottorin lohkojen välissä, jolloin akselin nosto moottoriin helpottuisi verrattaessa tämän hetkiseen tilanteeseen (**Kuva 47.**).



**Kuva 47.** Vaihe 3. akseli- ja lohkokokoonpanon muutos.

### 11.4 Vaihe kolme, taukotilat

Tämän hetkiset asentajien taukotilat ovat sijoitettuina solujen taakse. Mikäli soluja jouduttaisiin siirtämään lähemmäs seiniä leventämällä solujen väliin jäävää käytävää, joudutaan myös taukotilat poistamaan soluista. Tälle taukotilalle olisi mahdollinen sijoituspaikka Pilotin työnjohdon tilojen alla sijaitsevissa tiloissa. Tuossa tilassa sijaitsee tällä hetkellä koneistuskeskuksen työntekijöiden taukotila, kiosk sekä entinen tupakointihuone. Nämä tilat yhdistämällä ja remontoimalla olisi mahdollista saada yksi iso taukotila koko Pilotin työntekijöille (**Kuva 48.**).



**Kuva 48.** Uudet taukotilat.

## 12 OMA POHDINTA

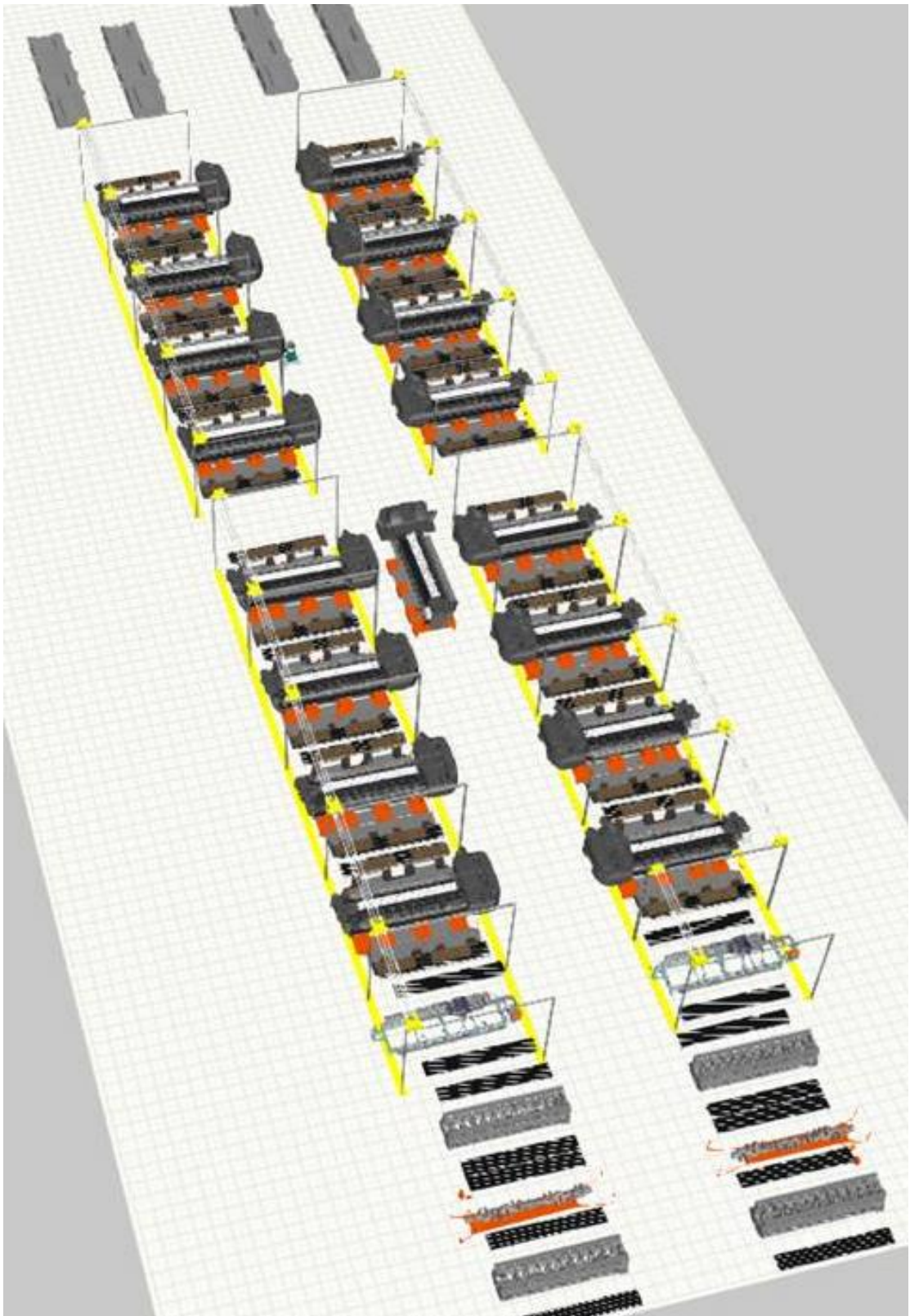
Viimeistellessäni opinnäytetyötä Wärtsilä julkisti 21. elokuuta 2018 merkittävästä investoinnista Vaasan Vaskiluotoon. Wärtsilä rakentaa uuden Smart Technology Hub -tutkimus-, tuotekehitys- ja tuotantokeskuksen, jonka arvioidaan olevan valmis vuonna 2020. Keskukseen kokonaisinvestointi on keskimäärin 200 miljoonaa euroa. Kaikki Vaasan keskustassa olevat toiminnot ja työntekijät sekä logistiikka ja huollon verstastoiminnot sijoitetaan ja keskitetään näihin rakennettaviin uusiin tiloihin.

Tämä avaa jälleen uudet mahdollisuudet layoutsuunnittelulle. Oma opinnäytetyötä, tulevan uuden keskuksen suunnittelussa, miettiessäni tulevat pääasiassa mieleen ongelmat, joita Pilotin tilat asettavat. Esille tuodut ongelmat voidaan ottaa huomioon täysin uutta tuotantotilaa suunniteltaessa, mitä uudessa tuotantotilassa tul- laan kokoonpanemaankaan. Tähän tulevaan suunnittelutyöhön varmasti olisi myös suuri apu Visual Components-ohjelmistosta. Sen avulla kaiken visualisointi sekä jokaisen automatisoidun solun toiminta voidaan ohjelmoida vastamaan oikean so- lun toimintaa. Näin varmasti moni tuleva ongelma olisi ennaltaehkäistävässä.



**Kuva 49.** Tulevaisuuden layout?





**Kuva 50.** Tulevaisuuden layout?

## LÄHTEET

- /1/ Wärtsilän kotisivut. Viitattu 21.5.2018. <https://www.wartsila.com/fi/wartsila>
- /2/ Wärtsilän vuosikertomus 2017. Viitattu 21.5.2018. <http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2017/ar/etusivu/>
- /3/ Arkkitehtitoimisto Nurminen Antila & CO OY. Wärtsilä Finland Oy Järvikatu 2-4 Vaasa. Viitattu 14.7.2018. [https://www.vaasa.fi/sites/default/files/2008\\_wartsila-finland-oy-jarvikatu2-4.pdf](https://www.vaasa.fi/sites/default/files/2008_wartsila-finland-oy-jarvikatu2-4.pdf)
- /4/ Logistiikan Maailma. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/>
- /5/ Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A 2009. Teollisuustalous.6.p. Tampere: Infacs Oy.
- /6/ Kouri, I. 2010. Lean taskukirja. Teknologiateollisuus ry.
- /7/ Quality Knowhow Karjalainen Oy. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/>

LIITE 1

1(5)

2(5)

3(5)

4(5)

5(5)

LIITE 2

1(3)

2(3)

**3(3)**

LIITE 3

1(10)

2(10)

3(10)

4(10)

5(10)

6(10)

7(10)

8(10)

Vastaus:

9(10)









